

5-3 適応制御を行うには

5-3-1 概要

適応制御には、以下の2点の特長があります。

- ① 従来のATよりも、制御性を高めることができます。
- ② 長期間装置が稼動するうちに環境変化や機器の劣化などシステムの特性に影響をおよぼすさまざまな温度変動要因が生じて、変化に追従して、高い制御性を維持することができます。

適応制御は以下の場合にお勧めします。

- ・ ATで算出したPID定数による制御では満足できない場合
- ・ 環境変化/機器劣化などで継続的にシステムの特性が変動しても高い制御性を維持したい場合

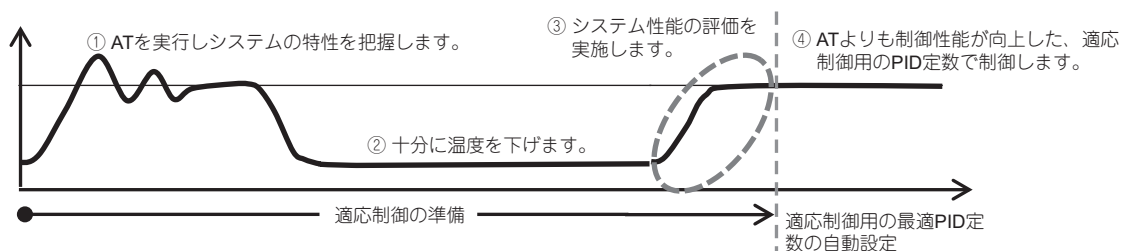
適応制御は、大きく以下の2つの機能に分かれます。

- ・ システムの特性に最適なPID定数で制御する機能
 - ・ システムの特性変化に追従して最適な状態を維持する機能
- システムの特性に最適なPID定数を求める機能のみを用いることもできます。

1. システムの特性に最適なPID定数で制御する機能

以下の手順で適応制御用のPID定数を求めるために適応制御機能 (AdPt) を自動更新 (Auto) に設定し、以下の操作にてチューニングを実行します。

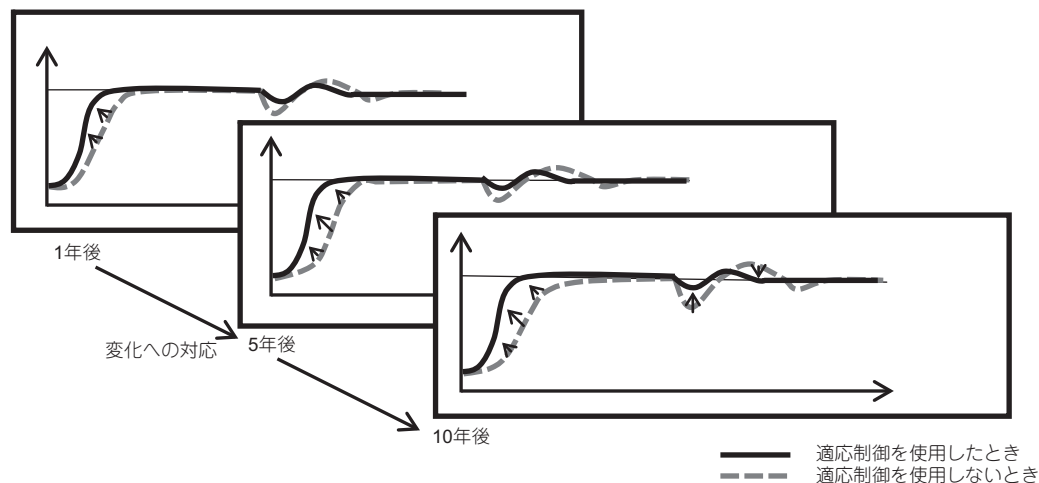
- 1** ATを実行し、システムの特性を把握します。
- 2** 温度を十分下げます。
- 3** 再度目標値まで温度を立ち上げます。昇温の過程で、システム性能の評価を実施し、適応制御用のPID定数の自動算出を行います。(この間 Δ が点滅します。)
- 4** 以降は、適応制御用のPID定数で制御します。
ATで算出したPID定数よりも適応制御用のPID定数の方がシステムの特性を反映しており、より良い制御を行うことができます。



(注) 適応制御を使用される場合は、デジタル調節計と負荷（ヒータなど）の電源を同時、あるいは負荷の電源を先に投入してください。デジタル調節計の電源を投入してから負荷の電源を投入すると正しいシステム性能の評価ができなくなり、正しい適応制御用のPID定数の算出および最適な制御ができなくなります。

2. システムの特性変化に追従して最適な状態を維持する機能

適応制御用の PID 定数算出以降、装置を立ち上げるたびにシステム性能の評価を実施し、変化に対応した適応制御用の PID 定数に更新します。このため、継続的にヒータ等が劣化し、システムの性能が緩やかに変化しても、最適な PID 定数で制御を行うことができます。



- (注) 1.ヒータの劣化が激しく、容量不足で目標値まで到達できないときは、性能を発揮できません。
2.本機能は、加熱冷却制御、アナログ入力種別、正動作、SP ランプ動作中、のいずれかの場合、使用できません。

関連パラメータ

設定データ	記号	設定範囲 / モニタ範囲	初期値	表示レベル
適応制御機能	$RdPt$	$\bar{\alpha}FF$: 無効 $F\bar{c}x$: 固定 $\bar{c}NF\bar{\alpha}$: 通知 $R\bar{u}t\bar{\alpha}$: 自動更新	$\bar{\alpha}FF$	初期設定
PID 更新 (適応制御)	$R-Ud$	$\bar{\alpha}FF$: OFF $\bar{\alpha}N$: 更新	$\bar{\alpha}FF$	調整
適応制御動作可能偏差	$R-dV$	0.0 ~ 100.0% 0 °C (32 °F) ~ 目標値までを 100% とする。	50.0	高機能設定
システム変動基準偏差	$R-5d$	0.0 ~ 100.0%	15.0	高機能設定

その他に、以下のパラメータがあります。自動設定されるため設定変更する必要はありません。

- モデルパラメータ：
AT によるシステムの特性把握の際に設定されます。
- 目標値応答用 PID 定数 / 外乱用 PID 定数 / 目標値応答用係数番号：
適応制御で用いる PID 定数です。5-14 ページを参照してください。

パラメータの説明

● 適応制御機能 (RdPt)

「適応制御機能」を「無効 (OFF)」以外にすると、適応制御用の PID 定数で制御します。

設定後は、AT (100%AT、40%AT どちらでも可能) を実行してください。

AT 完了後、制御をいったん停止 (STOP または電源 OFF) した後、温度が十分下がったら、再度、制御を開始 (RUN) してください。

その後は、「適応制御機能」の設定にしたがい以下のように動作します。

● 設定値が「自動更新 (Auto)」の場合

システム性能の評価を実施し、適応制御用の PID 定数を自動更新します。常にシステムに最適な PID 定数で制御を行うことができます。システム性能の評価中は \square が点滅し、評価が終わると \square は消灯します。

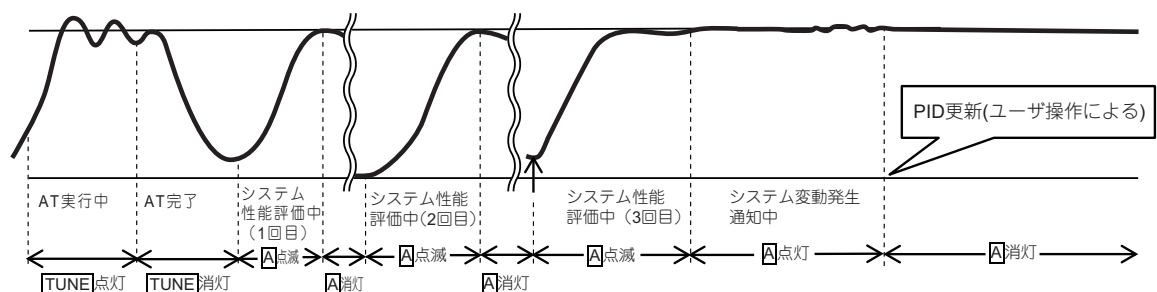
● 設定値が「通知 (Notify)」の場合

システム性能の評価を実施した後、システム変動が発生した場合、ユーザの操作によって適応制御用の PID 定数を更新します。

ユーザで、環境変化や機器劣化を確認することができます。

システム性能の評価中は \square が点滅し、PID 定数の更新が必要な場合は \square が点灯状態となることで、環境変化や機器劣化を通知します。システム変動が小さい場合は、 \square は点灯しませんが、適応制御用 PID 定数は算出されている状態です。

ユーザが PID 定数を更新する場合は、後述の「PID 更新 (R-Ud)」のパラメータを「更新 (ON)」に変更します。通知の表示 (\square 点灯状態) は、システム性能の評価が、3 回目を実行してから行われます。



● 設定値が「固定 (Fix)」の場合

システム性能の評価を実施しません。

「自動更新 (Auto)」または「通知 (Notify)」により適応制御用の PID 定数が算出された後に PID 定数を固定して制御したい場合に設定します。設定値が「固定 (Fix)」の場合にのみ、調整レベルの目標値応答用 PID および外乱用 PID が表示され確認することができます。

\square は常時、消灯状態になります。

● 設定値が「無効 (OFF)」の場合

適応制御機能は無効です。2 自由度 PID で動作します。

●PID 更新（適応制御）（R-Ud）

「適応制御機能」が「通知（ $\bar{NF}\bar{o}$ ）」の場合、かつ更新可能な PID 定数が算出されている場合に表示されます。

新たに算出された PID 定数に手動で更新するときに使用します。以下の 2 つの場合に更新可能です。

- ・本パラメータが表示されている場合
- ・通信ステータスの「適応制御用 PID 更新可能」のビットが ON している場合

本パラメータを \odot キーにより「OFF（ $\bar{o}FF$ ）」から「更新（ $\bar{o}N$ ）」に設定変更することで、システム性能の評価で算出された PID 定数に更新します。更新後、「R-Ud」の表示が消え、次パラメータが表示されます。

更新後、通知の表示（ \square 点灯状態）は、システム性能の評価が、3 回目を実行してから行われます。

更新しない場合は、以下の操作をしてください。 \square は消灯します。

- ・電源の再投入
- ・「適応制御機能」を「固定（ $F\bar{c}*$ ）」に変更する
- ・ソフトリセット

●適応制御動作可能偏差（R-dV）

制御を開始する時の現在値と目標値の関係から、適応制御のシステム性能の評価が動作可能か判定する設定値です。

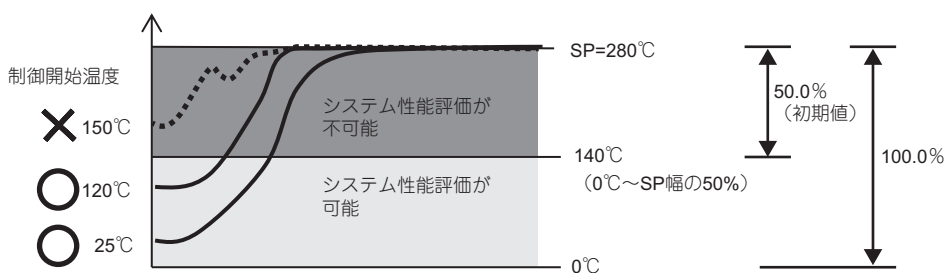
0℃から目標値の温度幅を 100% とし、システム性能の評価を実施する温度幅を % 単位で表しています。初期値は 50.0% です。

適応制御機能の性能を保持するため、50% よりも小さく設定しないでください。

適応制御動作可能偏差が 50% の場合、開始温度が 0℃から目標値の 50% 以上だと適応制御のシステム性能の評価が動作しません（ \square は点滅せず消灯状態です）。

例) 目標値（SP）が 280℃ の場合、適応制御動作可能な温度範囲は 140℃ となります。

適応制御開始時の温度が 140℃ 以下であれば、適応制御が動作します。140℃ より大きいと適応制御は動作しません。



●システム変動基準偏差（R-5d）

「適応制御機能」が「通知（ $\bar{NF}\bar{o}$ ）」の場合に表示されます。

システム性能の評価で算出された比例帯の変化率*が、この基準値を超えた場合、温度の変動要因（システム変動）が発生したものと、 \square が点灯状態になり通知します。

初期値は 15.0% です。

*2 回目のシステム性能の評価で算出した比例帯との変化率を指します。

●モデルパラメータ

システムの特性を表すパラメータです。

「適応制御機能」が「無効 (OFF)」以外に設定された場合にのみ表示されます。

「適応制御機能」の設定値を「自動更新 (AUTO)」または「通知 (INFO)」にして AT を実行した場合に自動算出されますので、ユーザで設定する必要はありません。また、他のデジタル調節計で測定したシステム特性を引き継ぐ際にコピーするパラメータです。

設定データ	記号	設定範囲	単位	初期値	表示レベル
モデル作成用 PV 振幅	M-PV	0.00 ~ 99.99	%FS	0.00	初期設定
モデル作成用 MV 振幅	M-MV	0.0 ~ 100.0	%FS	0.0	初期設定
モデル作成用オン時間	M-ON	0 ~ 9999	-	0	初期設定
モデル作成用オフ時間	M-OFF	0 ~ 9999	-	0	初期設定

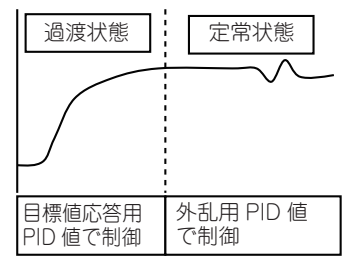
●目標値応答用 PID / 外乱用 PID / 目標値応答用係数番号

適応制御を実施するために必要なパラメータです。

適応制御は、制御の状態を過渡状態と定常状態に分けてそれぞれ個別の PID 定数で制御します。この 2 組の PID 定数 (目標値応答用 PID、外乱用 PID) および目標値応答用係数番号は、システム性能の評価により、装置の変化に追従して最適な値に自動算出されます。ユーザで設定する必要はありません。

なお、これらのパラメータは「適応制御機能」が「固定 (FIX)」の場合にのみ表示されます。

「自動更新 (AUTO)」または「通知 (INFO)」の場合は、表示されません。



以下のパラメータがあります。

設定データ	記号	設定範囲	単位	初期値	表示レベル
目標値応答用比例帯	SP-P	0.1 ~ 999.9	温度入力時 °C °F	8.0 14.4	調整
目標値応答用積分時間	SP-I	「積分 / 微分時間単位」 が「1s」 0 ~ 9999 「積分 / 微分時間単位」 が「0.1s」 0.0 ~ 999.9	秒	233 233.0	調整
目標値応答用微分時間	SP-d	「積分 / 微分時間単位」 が「1s」 0 ~ 9999 「積分 / 微分時間単位」 が「0.1s」 0.0 ~ 999.9	秒	40 40.0	調整
目標値応答用係数番号	SP-N	0 ~ 9999	-	0	調整
外乱用比例帯	d-P	目標値応答用比例帯と 同じ	目標値応答用比例帯と 同じ	目標値応答用 比例帯と同じ	調整
外乱用積分時間	d-I	目標値応答用積分時間 と同じ	目標値応答用積分時間と 同じ	目標値応答用積 分時間と同じ	調整
外乱用微分時間	d-d	目標値応答用微分時間 と同じ	目標値応答用積分時間と 同じ	目標値応答用積 分時間と同じ	調整

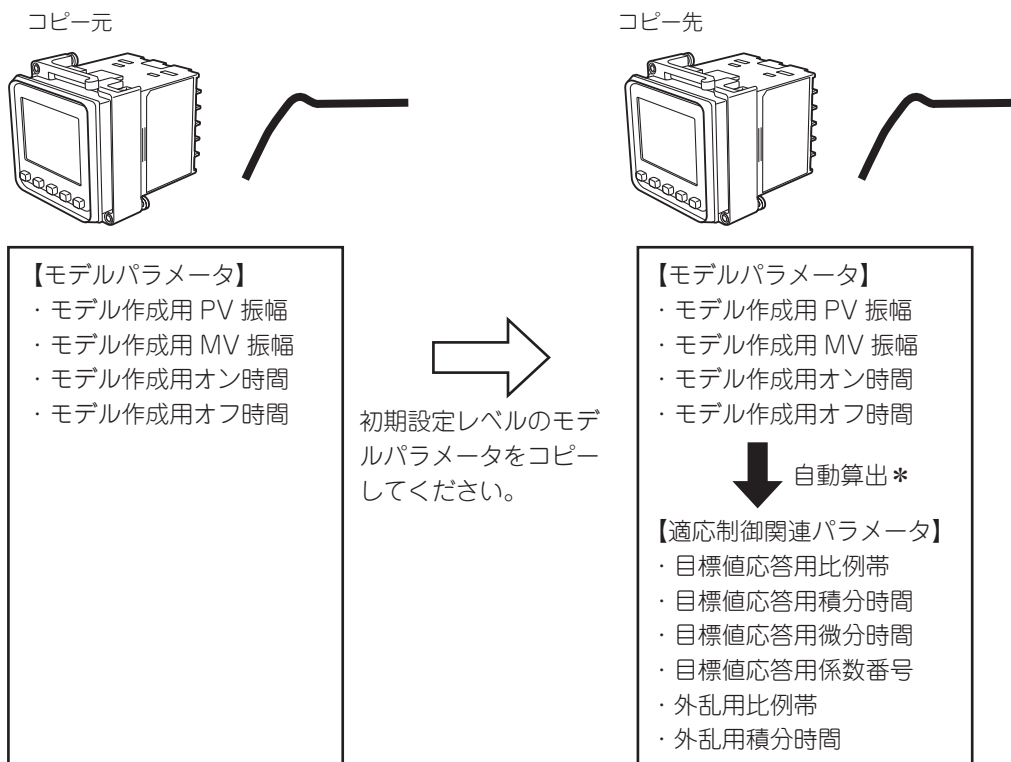


参考

形 E5□D の交換、装置量産時のチューニング作業を軽減する方法

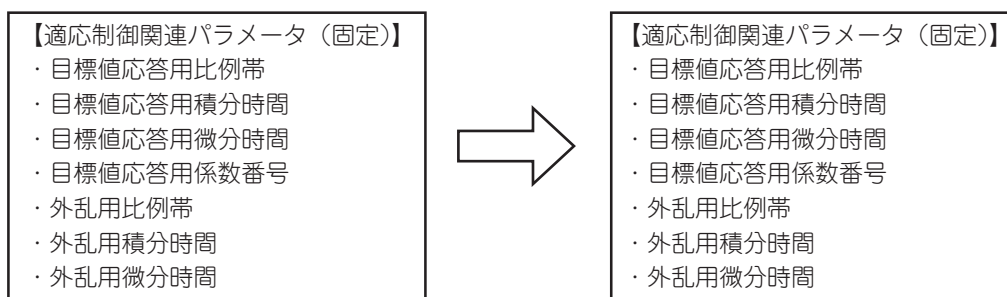
形 E5□D を交換する場合または、同じ装置を複数台製作する場合、モデルパラメータをコピーすることで、新たにチューニング（AT + システム性能の評価）をせずに、システムの特徴を引き継いで適応制御を行うことができます。

■適応制御機能＝「通知」または、「自動更新」の場合



* モデルパラメータから特性を把握して、適応制御用 PID 定数を自動算出します。システム性能の評価を実施すると、コピー先のシステムに適応した PID 定数に自動更新されます。

■適応制御機能＝「固定」の場合



使用上の注意

- ・モデルパラメータをコピーする前に、「入力種別」および「温度単位」を設定してください。後に設定すると、モデルパラメータが初期化されます。
- ・コピー元のデジタル調節計で「AT ヒステリシス」または「AT 算出ゲイン」を初期値から変更している場合は、モデルパラメータをコピーする前に「AT ヒステリシス」および「AT 算出ゲイン」をコピーしてください。モデルパラメータから適応制御用 PID 定数を算出する際、誤差が生じます。

動作条件

以下の条件がすべて成立した場合に、適応制御が動作可能となります。

• 「適応制御機能」表示条件

初期設定レベルの「適応制御機能」(AdPt)は、以下のすべての条件が成立した場合に表示されます。

- 「標準 / 加熱冷却」が「標準」
- 「入力種別」が温度入力
- 「PID・ON/OFF」が「PID」

• システム性能の評価動作条件

システム性能の評価は、以下のすべての条件が成立した場合に動作します。

- 「適応制御機能」が「自動更新」または「通知」
- 「オート / マニュアル」が「オート」
- 「正 / 逆動作」が「逆動作」
- 「AT 実行 / 中止」が「AT 中止」
- 「SP ランプ設定値」が「OFF」
- 「SP ランプ設定値 (下降値)」が「OFF」または「SAME」
- すべてのモデルパラメータが初期値以外
- 開始温度と目標値が適応制御動作可能偏差以上離れている
- 開始温度と目標値が 10 °C以上離れている
- 動作開始時が入力異常からの復帰ではない

起動条件

- 「ラン/ストップ」が「ラン」の状態です電源投入したとき
- 電源投入後に「ラン/ストップ」を「ストップ」から「ラン」に変更したとき

制限事項

1. 開始温度の制限

制御開始温度が「適応制御動作可能偏差」で設定した温度以上の場合、システム性能の評価が動作しません。

2. 目標値変更の制限

目標値は変更可能ですが、目標値が大きく変わるとシステム特性が変わり、制御性に影響をおよぼす可能性があります。

目標値を以下の範囲を越えて変更する場合、再度 AT を実行することをお勧めします。

AT 算出時の目標値 $\pm 30[\%]$

3. システム性能の評価実施中のパラメータ変更について

システム性能の評価中（ Δ が点減中または点灯中の場合）に以下のパラメータを変更した場合、システム性能の評価または通知を中止します（PID 定数は更新されません）。

- 現在使用中の目標値
- マルチ SP
- SP ランプ上昇値
- SP ランプ下降値
- PV 入力補正值
- PV 入力傾き補正係数
- 操作量リミット上限値
- 操作量リミット下限値
- 操作量変化率リミット
- 目標値応答用 PID 定数
- 目標値応答用係数番号
- 外乱用 PID 定数

4. システム性能の評価実施後のパラメータ変更について

システムからの入力やシステムへの出力を制限する以下のパラメータを変更した場合は、システムの変動とみなし、次の制御開始時にシステム性能の評価が実施されます。

- 入力移動平均回数
- PV 入力補正值
- PV 入力傾き補正係数
- 入力デジタルフィルタ
- 操作量リミット上下限值
- 操作量変化率リミット
- 制御周期
- 目標値応答用 PID 定数
- 目標値応答用係数番号
- 外乱用 PID 定数

5. 目標値応答用 PID 定数、外乱用 PID 定数の表示条件

「適応制御機能」が「自動更新 (Auto)」または「通知 (Info)」のときは、調整レベルの目標値応答用 PID 定数および外乱用 PID 定数は表示されません。「適応制御機能」を「固定 (Fix)」に設定すると表示されます。また、通信で確認することができます。

6. モデルパラメータの初期化

入力レンジに関する以下のパラメータを変更した場合は、モデルパラメータが初期化されます。適応制御機能を使用する場合は、再度 AT を実行する必要があります。

- 入力種別
- 温度単位



使用上の注意

以下の条件では、適応制御の効果が得られない場合があります。

- 温度により抵抗値が大きく変わるヒータ装置
- 沸騰、融解現象を伴う装置
- 熱干渉が大きい装置
- 5 秒以内に目標値に到達する装置
- 目標値が常温付近の装置
- システム性能の評価中（ Δ 点減中）に大きな外乱（温度揺れ）が発生する場合
- 操作量リミット上限値が 100% 未満の場合
- 操作量リミット下限値が 0% を超える場合
- 操作量変化率リミットが設定されている場合
- ストップ時操作量が 0% 以外の場合

オムロン商品ご購入のお客様へ

ご承諾事項

平素はオムロン株式会社(以下「当社」)の商品をご愛用いただき誠にありがとうございます。
「当社商品」のご購入について特別の合意がない場合には、お客様のご購入先にかかわらず、本ご承諾事項記載の条件を適用いたします。
ご承諾のうえご注文ください。

1. 定義

本ご承諾事項中の用語の定義は次のとおりです。

- (1) 「当社商品」: 「当社」の F A システム機器、汎用制御機器、センシング機器、電子・機構部品
- (2) 「カタログ等」: 「当社商品」に関する、ベスト制御機器カタログ、電子・機構部品総合カタログ、その他のカタログ、仕様書、取扱説明書、マニュアル等であって電磁的方法で提供されるものを含みます。
- (3) 「利用条件等」: 「カタログ等」に記載の、「当社商品」の利用条件、定格、性能、動作環境、取り扱い方法、利用上の注意、禁止事項その他
- (4) 「お客様用途」: 「当社商品」のお客様におけるご利用方法であって、お客様が製造する部品、電子基板、機器、設備またはシステム等への「当社商品」の組み込み又は利用を含みます。
- (5) 「適合性等」: 「お客様用途」での「当社商品」の(a)適合性、(b)動作、(c)第三者の知的財産の非侵害、(d)法令の遵守および(e)各種規格の遵守

2. 記載事項のご注意

「カタログ等」の記載内容については次の点をご理解ください。

- (1) 定格値および性能値は、単独試験における各条件のもとで得られた値であり、各定格値および性能値の複合条件のもとで得られる値を保証するものではありません。
- (2) 参考データはご参考として提供するもので、その範囲で常に正常に動作することを保証するものではありません。
- (3) 利用事例はご参考ですので、「当社」は「適合性等」について保証いたしかねます。
- (4) 「当社」は、改善や当社都合等により、「当社商品」の生産を中止し、または「当社商品」の仕様を変更することがあります。

3. ご利用にあたってのご注意

ご購入およびご利用に際しては次の点をご理解ください。

- (1) 定格・性能ほか「利用条件等」を遵守しご利用ください。
- (2) お客様ご自身にて「適合性等」をご確認いただき、「当社商品」のご利用の可否をご判断ください。
「当社」は「適合性等」を一切保証いたしかねます。
- (3) 「当社商品」がお客様のシステム全体の中で意図した用途に対して、適切に配電・設置されていることをお客様ご自身で、必ず事前に確認してください。
- (4) 「当社商品」をご使用の際には、() 定格および性能に対し余裕のある「当社商品」のご利用、冗長設計などの安全設計、() 「当社商品」が故障しても、「お客様用途」の危険を最小にする安全設計、() 利用者に危険を知らせるための、安全対策のシステム全体としての構築、() 「当社商品」および「お客様用途」の定期的な保守、の各事項を実施してください。

- (5) 「当社商品」は、一般工業製品向けの汎用品として設計製造されています。従いまして、次に掲げる用途での使用は意図しておらず、お客様が「当社商品」をこれらの用途に使用される際には、「当社」は「当社商品」に対して一切保証をいたしません。ただし、次に掲げる用途であっても「当社」の意図した特別な商品用途の場合や特別の合意がある場合は除きます。
 - (a) 高い安全性が必要とされる用途(例: 原子力制御設備、燃焼設備、航空・宇宙設備、鉄道設備、昇降設備、娯楽設備、医用機器、安全装置、その他生命・身体に危険が及びうる用途)
 - (b) 高い信頼性が必要な用途(例: ガス・水道・電気等の供給システム、24時間連続運転システム、決済システムほか権利・財産を取扱う用途など)
 - (c) 厳しい条件または環境での用途(例: 屋外に設置する設備、化学的汚染を被る設備、電磁的妨害を被る設備、振動・衝撃を受ける設備など)
 - (d) 「カタログ等」に記載のない条件や環境での用途
- (6) 上記 3.(5)(a)から(d)に記載されている他、「本カタログ等記載の商品」は自動車(二輪車含む。以下同じ)向けではありません。自動車に搭載する用途には利用しないで下さい。自動車搭載用商品については当社営業担当者にご相談ください。

4. 保証条件

「当社商品」の保証条件は次のとおりです。

- (1) 保証期間 ご購入後1年間といたします。
(ただし「カタログ等」に別途記載がある場合を除きます。)
- (2) 保証内容 故障した「当社商品」について、以下のいずれかを「当社」の任意の判断で実施します。
 - (a) 当社保守サービス拠点における故障した「当社商品」の無償修理
(ただし、電子・機構部品については、修理対応は行いません。)
 - (b) 故障した「当社商品」と同数の代替品の無償提供
- (3) 保証対象外 故障の原因が次のいずれかに該当する場合は、保証いたしません。
 - (a) 「当社商品」本来の使い方以外のご利用
 - (b) 「利用条件等」から外れたご利用
 - (c) 本ご承諾事項3. ご利用にあたってのご注意に反するご利用
 - (d) 「当社」以外による改造、修理による場合
 - (e) 「当社」以外の者によるソフトウェアプログラムによる場合
 - (f) 「当社」からの出荷時の科学・技術の水準では予見できなかった原因
 - (g) 上記のほか「当社」または「当社商品」以外の原因(天災等の不可抗力を含む)

5. 責任の制限

本ご承諾事項に記載の保証が、「当社商品」に関する保証のすべてです。

「当社商品」に関連して生じた損害について、「当社」および「当社商品」の販売店は責任を負いません。

6. 輸出管理

「当社商品」または技術資料を、輸出または非居住者に提供する場合は、安全保障貿易管理に関する日本および関係各国の法令・規制を遵守ください。お客様が法令・規則に違反する場合には、「当社商品」または技術資料をご提供できない場合があります。

ご使用上の注意事項等、ご使用の際に必要な内容については、本誌またはユーザーズマニュアルに掲載しております。

本誌にご使用上の注意事項等の掲載がない場合は、ユーザーズマニュアルのご使用上の注意事項等を必ずお読みください。

本製品の、外国為替及び外国貿易法に定める輸出許可、承認対象貨物(又は技術)に該当するものを輸出(又は非居住者に提供)する場合は同法に基づく輸出許可、承認(又は役務取引許可)が必要です。

オムロン株式会社 インダストリアルオートメーションビジネスカンパニー

製品に関するお問い合わせ先

お客様相談室

フリーダイヤル **0120-919-066**

携帯電話・PHS・IPなどではご利用いただけませんので、下記の電話番号へおかけください。

電話 **055-982-5015**(通話料がかかります)

営業時間: 8:00 ~ 21:00

営業日: 365日

FAXやWebページでもお問い合わせいただけます。

FAX 055-982-5051 / www.fa.omron.co.jp

その他のお問い合わせ先

納期・価格・サンプル・仕様書は貴社のお取引先、または貴社担当オムロン販売員にご相談ください。
オムロン制御機器販売店やオムロン販売拠点は、Webページでご案内しています。

オムロン制御機器の最新情報をご覧いただけます。

www.fa.omron.co.jp

緊急時のご購入にもご利用ください。