

# 336 型温度コントローラ



## 336 型の特長

- 4 チャンネルセンサー入力
  - 最低温度 300mK (抵抗センサー使用時)
  - ダイオード、抵抗センサーに対応
  - 熱電対オプション
  - 熱起電力誤差を補償する電流反転機能
- 2 チャンネル PID 制御ループ
  - 100W, 50W ヒーター出力
  - PID パラメータのオートチューニング機能
  - 温度に応じて適切なセンサーを選ぶ切替え機能
- 2 チャンネル多機能出力
  - アナログ電圧、モニター、ウォームアップ出力
  - 出力電圧 ± 10V
- アラーム音 / リレー接点
- センサーに名前が付けられるラベル機能
- Ethernet、USB、GPIB I/F 標準装備

## 概要

336 型は 4 チャンネルのセンサー入力と制御出力、そして合計 150W のヒーター出力を持った温度コントローラです。ヒーター出力は 2 チャンネルあり、それぞれ 100W、50W を出力します。これらは、どのセンサー入力とも組み合わせることができ、もちろん PID 制御もできます。

センサー入力に名前を付けて、入力チャンネルとセンサーの関係をはっきりとディスプレイに表示できます。また、フロントパネルには明るく見やすいディスプレイと LED のインジケータ、直感的な操作ができるように配置されたキーパッドがあります。メニューは論理的に構成されていて使いやすさを実現しています。通信機能として Ethernet、USB、GPIB を標準装備しており、信頼性の高い接続性を確保しています。ユーザーが実験室を離れることがあっても、Ethernet を使えばユーザーはどこからでも実験をモニターできます。

## センサー入力

336 型には標準で 4 チャンネルのセンサー入力端子があります。入力端子はダイオードセンサーと抵抗センサーに対応しています。オプションとして用意されている熱電対入力ボード 3060 型を使うと C チャンネルと D チャンネルに熱電対入力の機能が付加されます。このオプションをお客様ご自身が取り付けることもできます。

センサー入力には 24 ビットの高分解能 AD コンバーターが使われています。そして、4 チャンネルのセンサー入力にはそれぞれに電流ソース回路が用意されていま

す。そのため、電流ソースを切り替える方式で問題になるセッティング (安定を待つ) 時間がかかりません。さらに、他の回路からのノイズを減らし、測定の実現性を向上するため、センサー入力のすべてが光アイソレートされています。電流反転機能は抵抗センサーで発生する熱起電力 (TEMF) 誤差を除去できます。電流ソースの電流値を 9 段階に切り替えることができるので、負の温度係数を持った抵抗センサー (NTC RTD) を使って 300mK までの温度測定と温度制御が可能です。オートレンジ機能は電流ソースの電流値を自動的に切り替えて抵抗センサー (特に負の温度係数を持ったセンサー) の自己発熱誤差を減らします。

シリコンダイオードや GaAlAs ダイオードセンサーを使えば、1.4 K までの低温の温度測定と温度制御ができます。フロントパネルの操作でセンサーの種類が決まると、自動的に適切な駆動電流と測定回路の増幅率レベルが設定されます。336 型のゾーン設定機能はユニークで、温度に応じてセンサー入力が自動的に切り替わり、300mK の低温から 1500K を超える高温まで、広い温度範囲を中断することなく連続的に測定できます。

336 型はあらかじめシリコンダイオード、白金抵抗、酸化ルテニウム、熱電対の標準温度応答カーブを揮発メモリーに記憶しています。この記憶領域に 200 点の校正点を持つレイクショアの校正データ (CalCurve) やユーザーが作成した校正カーブを 39 種類まで保存できます。336 型に組み込まれた SoftCal というアルゴリズムを使ってシリコンダイオードと白金抵抗

センサーの校正カーブをお客様自身が作成でき、またそれを記憶領域に保存できます。レイクショアが作成したカーブハンドラーというソフトウェアを使うと、PC に保存してある温度センサーの校正データを 336 型に書き込んだり、読み出したり、また値を変更したりできます。

### 温度制御

336 型は合計 150W のヒーター出力を持ったパワフルな温度コントローラです。そして、ノイズの影響を受けやすい極低温領域を含めた広い範囲の温度制御をするために、ノイズの少ない綺麗なヒーター出力を供給します。独立した二つの PID 制御系は、それぞれ 100W と 50W のヒーターパワーを出力し、4 チャンネルの入力のいずれとも組み合わせることができます。PID 制御のヒーター出力は目標温度とセンサー温度の両方から計算されます。336 型のチューニングパラメータは幅広い設定ができるので、研究室で使われる一般的な高温オープンやクライオスタットのほとんどに適合します。PID パラメーターをユーザー自身がマニュアルで設定することも、またオートチューニング機能で自動的に実施することもできます。オートチューニング機能は PID パラメーターを調整するだけでなく、ゾーンチューニングのパラメーターテーブルを作成するのにも役立ちます。ランプ機能を動作させると PID 制御の目標温度は最終目標温度へ向かってゆっくりした勾配で変化します。この機能を活用すると、オーバーシュートが起きにくくなり、またセッティング時間が過剰に長くなるのを防ぎます。これを「自動的にセンサーを切り替える機能」、「9 段階の電流のレンジを切り替える機能」（ゾーン設定機能の一部と組み合わせれば、336 型は 300mK から 1505K の温度範囲を連続的に測定し制御することができます。

ヒーター出力 1 と出力 2 は直流の可変電流ソースです。これらの基準電位はシャーシグラウンドレベルです。出力 1 は 25Ω のヒーターに 100W の電力を連続供給することができます。50W であればヒーター抵抗が 50Ω でも 25Ω でも供給できます。出力 2 は 50Ω や 25Ω のヒーターに対して 50W の電力を供給できます。出力 3 と 4 は直流の可変電圧出力で、電圧の範囲は ±10V です。出力 3 と 4 を温度コントロールに使用しないときは、ユーザーがマニ

アルで設定できる電圧ソースとして使うこともできます。

入力温度の制限設定は安全策として用意されています。それぞれの入力に対して温度制限値を設定できます。そしてどれかひとつ制限を越える値が観測されたらすべての制御系は自動停止します。

### インターフェース

336 型は Ethernet、USB、GPIB (IEEE-488) を標準装備しています。そして、これらのインターフェースから 336 型が持っているほとんどのデータ収集機能をコントロールできます。また、レイクショアはセンサーの校正カーブを扱うソフトウェア（カーブハンドラー）を用意しています。このソフトウェアを使えば誰でも簡単に校正データを 336 型の不揮発メモリーに書き込んだり、校正データの編集をしたりできます。必要の際は東陽テクニカへご用命ください。

Ethernet が装備されているのでどこからでも 336 型の状態をモニタすることができます。USB インターフェースは固定ボーレート 57,600BPS の RS-232C シリアルポートをエミュレートします。この USB インターフェースを使えば、お客様ご自身でファームウェアのアップグレードができます。その際、ハードウェアにかかる作業は不要です。

センサー入力にはそれぞれアラームが設定できます。設定した値より「高い」または「低い」場合、アラームが動作します。動作モードはラッチとノンラッチの両方が用意されています。二つのリレーはアラームと組み合わせる使うことができます。例えば、実験に問題が起きた場合に警報を発したり、あるいは単純な ON/OFF 制御をするためにも利用できます。リレーはどのアラームにも割り当てられます。また、マニュアル操作も可能です。

出力 3 と 4 は ±10V のアナログ電圧を出力します。これにより温度に比例した電圧をチャートレコーダーやデータ取り込みシステムに送り記録させることができます。このとき、出力に送るスケールやデータを（温度や単位を含めて）選ぶこともできます。



### 336 型リアパネル

- |                            |                            |                     |
|----------------------------|----------------------------|---------------------|
| ① センサー入力コネクタ               | ④ USB インターフェース             | ⑦ Output 2 ヒーター     |
| ② ターミナルブロック (アナログ出力、リレー出力) | ⑤ IEEE-488 (GPIB) インターフェース | ⑧ Output 1 ヒーター     |
| ③ Ethernet インターフェース        | ⑥ 電源ライン入力アセンブリ             | ⑨ 熱電対オプションのセンサー入力端子 |

## 変更可能な表示ディスプレイ

336 型の表示領域は LED をバックライトに使った明るい液晶ディスプレイを使っています。最大 8 個の値を同時に表示できるので、4 チャンネルの制御ループをすべて表示することができます。また、一つの値を表示するならより詳細に表示できます。実験の内容に応じて、表示エリアごとに違った表現にもできます。値を表示する位置だけでなく、温度や電気信号の単位もそれぞれの表示ごとに自由に設定できます。さらに、それぞれの表示に対して自由な名前ラベルが付けられ、どのセンサーをどのチャンネルに割り当てたのかが、分かり便利です。



4 チャンネル表示の例 (名前ラベル付き)

4 チャンネルの値を表示した場合の標準的な例。



2 チャンネル表示の例 (名前ラベル付き)

実験の内容に応じて値の表示エリアに自由な名前を設定することができます。ここでは A、や B というチャンネル名の次に名前が表示されている。



直感的でわかりやすいメニュー

メニューのナビゲーションは論理的に構成されており、わかりやすく、短時間で設定できる。

## 3060-F 型 熱電対入力オプション

3060-F 型はお客様ご自身で取り付けできる入力オプションです。このオプションにより入力 C と D に熱電対に対応する機能が加わります。このオプションを取り外すことは簡単にできますが、熱電対を使用しないときは標準入力に完全に機能するので、取り外す必要はありません。校正データはオプションカードの中に保存されますので、カードを他の 336 型に取り付ける場合でも校正をやり直す必要はありません。

## センサーセレクション

### センサー温度範囲 (センサーは別売)

|            |                    | 型式                        | 使用可能範囲                                   | 磁場条件  |
|------------|--------------------|---------------------------|--|---|
| ダイオード      | シリコンダイオード          | DT-670-SD                 | 1.4 K ~ 500 K                            | $T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$ |
|            | シリコンダイオード          | DT-670E-BR                | 30 K ~ 500 K                             | $T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$ |
|            | シリコンダイオード          | DT-414                    | 1.4 K ~ 375 K                            | $T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$ |
|            | シリコンダイオード          | DT-421                    | 1.4 K ~ 325 K                            | $T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$ |
|            | シリコンダイオード          | DT-470-SD                 | 1.4 K ~ 500 K                            | $T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$ |
|            | シリコンダイオード          | DT-471-SD                 | 10 K ~ 500 K                             | $T \geq 60 \text{ K} \& B \leq 3 \text{ T}$ |
|            | GaAlAs ダイオード       | TG-120-P                  | 1.4 K ~ 325 K                            | $T > 4.2 \text{ K} \& B \leq 5 \text{ T}$   |
|            | GaAlAs ダイオード       | TG-120-PL                 | 1.4 K ~ 325 K                            | $T > 4.2 \text{ K} \& B \leq 5 \text{ T}$   |
|            | GaAlAs ダイオード       | TG-120-SD                 | 1.4 K ~ 500 K                            | $T > 4.2 \text{ K} \& B \leq 5 \text{ T}$   |
| 正温度係数抵抗温度計 | 100 Ω 白金抵抗         | PT-102/3                  | 14 K ~ 873 K                             | $T > 40 \text{ K} \& B \leq 2.5 \text{ T}$  |
|            | 100 Ω 白金抵抗         | PT-111                    | 14 K ~ 673 K                             | $T > 40 \text{ K} \& B \leq 2.5 \text{ T}$  |
|            | ロジウム鉄抵抗            | RF-800-4                  | 1.4 K ~ 500 K                            | $T > 77 \text{ K} \& B \leq 8 \text{ T}$    |
|            | ロジウム鉄抵抗            | RF-100T/U                 | 1.4 K ~ 325 K                            | $T > 77 \text{ K} \& B \leq 8 \text{ T}$    |
| 負温度係数抵抗温度計 | セルノックス             | CX-1010                   | 0.3 K ~ 325 K <sup>1</sup>               | $T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$    |
|            | セルノックス             | CX-1030-HT                | 0.3 K ~ 420 K <sup>1,3</sup>             | $T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$    |
|            | セルノックス             | CX-1050-HT                | 1.4 K ~ 420 K <sup>1</sup>               | $T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$    |
|            | セルノックス             | CX-1070-HT                | 4 K ~ 420 K <sup>1</sup>                 | $T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$    |
|            | セルノックス             | CX-1080-HT                | 20 K ~ 420 K <sup>1</sup>                | $T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$    |
|            | ゲルマニウム             | GR-300-AA                 | 0.35 K ~ 100 K <sup>3</sup>              | 推奨しない                                       |
|            | ゲルマニウム             | GR-1400-AA                | 1.8 K ~ 100 K <sup>3</sup>               | 推奨しない                                       |
|            | カーボングラス            | CGR-1-500                 | 1.4 K ~ 325 K                            | $T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$    |
|            | カーボングラス            | CGR-1-1000                | 1.7 K ~ 325 K <sup>2</sup>               | $T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$    |
|            | カーボングラス            | CGR-1-2000                | 2 K ~ 325 K <sup>2</sup>                 | $T > 2 \text{ K} \& B \leq 19 \text{ T}$    |
|            | 酸化ルテニウム            | RX-102                    | 0.3 K ~ 40 K <sup>3</sup>                | $T > 2 \text{ K} \& B \leq 10 \text{ T}$    |
|            | 酸化ルテニウム            | RX-103                    | 1.4 K ~ 40 K                             | $T > 2 \text{ K} \& B \leq 10 \text{ T}$    |
| 酸化ルテニウム    | RX-202             | 0.3 K ~ 40 K <sup>3</sup> | $T > 2 \text{ K} \& B \leq 10 \text{ T}$ |   |
| 熱電対 3060-F | Type K             | 9006-006                  | 3.2 K ~ 1505 K                           | 推奨しない                                       |
|            | Type E             | 9006-004                  | 3.2 K ~ 934 K                            | 推奨しない                                       |
|            | Chromel-AuFe 0.07% | 9006-002                  | 1.2 K ~ 610 K                            | 推奨しない                                       |

<sup>1</sup> HT バージョン以外の場合、最大使用温度は 325 K となる。

<sup>2</sup> 低温側の限界は入力抵抗の範囲によるもの。

<sup>3</sup> 低温側の限界は自己発熱によるもの： $\leq 5 \text{ mk}$

シリコンダイオード温度計は 1.4K から室温を上回る温度までの一般的な低温用途に最も適しています。規格化された標準温度カーブを利用できるため、多くの用途では個別の校正精度を必要とせず、経済的でかつ交換が簡単です。しかし、放射線や磁場のある環境には適しません。

セルノックス抵抗温度計は薄膜センサーで 0.3K から 420K の温度範囲で使用でき、高い感度と磁場の影響を受けにくいという特長を持っています。このセンサーは個別の校正を必要とします。

白金抵抗温度計は 30K から 800K の温度範囲で感度が一定しているという特長があります。また再現性が高く、温度標準として使われています。70K 以上の温度領域では標準温度カーブに従うので、多くの用途で個別の校正を必要とせず、交換も簡単です。

## センサーセレクション

## センサーの性能表 (ティピカル)

|                            | 型式                                       | 温度     | 抵抗 / 電圧    | センサーの感度 <sup>7</sup> (Typ.) | 測定分解能 (温度換算) | 電氣的確度 (温度換算)           | 温度確度 (電氣的確度、CalCurve、校正済みセンサーの確度を含む) | 電氣的制御安定性 <sup>8</sup> (温度換算) |
|----------------------------|--|--------|------------|-----------------------------|--------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| シリコンダイオード                  | DT-670-C0-13<br>1.4H 校正の場合               | 1.4 K  | 1.664 V    | -12.49 mV/K                 | 0.8 mK       | ± 13 mK                | ± 25 mK                              | ± 1.6 mK                     |
|                            |  | 77 K   | 1.028 V    | -1.73 mV/K                  | 5.8 mK       | ± 76 mK                | ± 98 mK                              | ± 11.6 mK                    |
|                            |  | 300 K  | 0.5597 V   | -2.3 mV/K                   | 4.4 mK       | ± 47 mK                | ± 79 mK                              | ± 8.8 mK                     |
|                            |  | 500 K  | 0.0907 V   | -2.12 mV/K                  | 4.8 mK       | ± 40 mK                | ± 90 mK                              | ± 9.6 mK                     |
| シリコンダイオード                  | DT-470-SD-13<br>1.4H 校正の場合               | 1.4 K  | 1.6981 V   | -13.1 mV/K                  | 0.8 mK       | ± 13 mK                | ± 25 mK                              | ± 1.6 mK                     |
|                            |  | 77 K   | 1.0203 V   | -1.92 mV/K                  | 5.2 mK       | ± 69 mK                | ± 91 mK                              | ± 10.4 mK                    |
|                            |  | 300 K  | 0.5189 V   | -2.4 mV/K                   | 4.2 mK       | ± 45 mK                | ± 77 mK                              | ± 8.4 mK                     |
|                            |  | 475 K  | 0.0906 V   | -2.22 mV/K                  | 4.5 mK       | ± 38 mK                | ± 88 mK                              | ± 9 mK                       |
| GaAlAs ダイオード               | TG-120-SD<br>1.4H 校正の場合                  | 1.4 K  | 5.391 V    | -97.5 mV/K                  | 0.2 mK       | ± 7 mK                 | ± 19 mK                              | ± 0.4 mK                     |
|                            |  | 77 K   | 1.422 V    | -1.24 mV/K                  | 16 mK        | ± 180 mK               | ± 202 mK                             | ± 32 mK                      |
|                            |  | 300 K  | 0.8978 V   | -2.85 mV/K                  | 7 mK         | ± 60 mK                | ± 92 mK                              | ± 14 mK                      |
|                            |  | 475 K  | 0.3778 V   | -3.15 mV/K                  | 6.3 mK       | ± 38 mK                | ± 88 mK                              | ± 13 mK                      |
| 100 Ω 白金抵抗<br>500 Ω フルスケール | PT-103<br>1.4J 校正の場合                     | 30 K   | 3.660 Ω    | 0.191 Ω/K                   | 5.3 mK       | ± 13 mK                | ± 23 mK                              | ± 10.6 mK                    |
|                            |  | 77 K   | 20.38 Ω    | 0.423 Ω/K                   | 2.4 mK       | ± 10 mK                | ± 22 mK                              | ± 4.8 mK                     |
|                            |  | 300 K  | 110.35 Ω   | 0.387 Ω/K                   | 2.6 mK       | ± 39 mK                | ± 62 mK                              | ± 5.2 mK                     |
|                            |  | 500 K  | 185.668 Ω  | 0.378 Ω/K                   | 2.7 mK       | ± 60 mK                | ± 106 mK                             | ± 5.4 mK                     |
| セルノックス CX-1010             | CX-1010-SD<br>0.3L 校正の場合                 | 0.3 K  | 2322.4 Ω   | -10785 Ω/K                  | 6 μK         | ± 0.1 mK               | ± 3.6 mK                             | ± 10 μK                      |
|                            |  | 0.5 K  | 1248.2 Ω   | -2665.2 Ω/K                 | 17 μK        | ± 0.2 mK               | ± 4.7 mK                             | ± 24 μK                      |
|                            |  | 4.2 K  | 277.32 Ω   | -32.209 Ω/K                 | 62 μK        | ± 3.8 mK               | ± 8.8 mK                             | ± 38 μK                      |
|                            |  | 300 K  | 30.392 Ω   | -0.0654 Ω/K                 | 16 mK        | ± 339 mK               | ± 414 mK                             | ± 20 mK                      |
| セルノックス CX-1050             | CX-1050-SD-HT <sup>7</sup><br>1.4M 校正の場合 | 1.4 K  | 26566 Ω    | -48449 kΩ/K                 | 15 μK        | ± 0.3 mK               | ± 5.3 mK                             | ± 24 μK                      |
|                            |  | 4.2 K  | 3507.2 Ω   | -1120.8 kΩ/K                | 152 μK       | ± 2.1 mK               | ± 7.1 mK                             | ± 200 μK                     |
|                            |  | 77 K   | 205.67 Ω   | -2.4116 Ω/K                 | 830 μK       | ± 38 mK                | ± 54 mK                              | ± 500 μK                     |
|                            |  | 420 K  | 45.03 Ω    | -0.0829 Ω/K                 | 12 mK        | ± 338 mK               | ± 403 mK                             | ± 14 mK                      |
| ゲルマニウム                     | GR-300-AA<br>0.3D 校正の場合                  | 0.35 K | 18225 Ω    | -193453 Ω/K                 | 3 μK         | ± 48 μK                | ± 4.2 mK                             | ± 6 μK                       |
|                            |  | 1.4 K  | 449 Ω      | -581 Ω/K                    | 33 μK        | ± 481 μK               | ± 4.7 mK                             | ± 66 μK                      |
|                            |  | 4.2 K  | 94 Ω       | -26.6 Ω/K                   | 38 μK        | ± 1.8 mK               | ± 6.8 mK                             | ± 74 μK                      |
|                            |  | 100 K  | 2.7 Ω      | -0.024 Ω/K                  | 8.4 mK       | ± 152 mK               | ± 175 mK                             | ± 16.8 mK                    |
| ゲルマニウム                     | GR-1400-AA<br>1.4D 校正の場合                 | 1.8 K  | 15288 Ω    | -26868 kΩ/K                 | 19 μK        | ± 302 μK               | ± 4.5 mK                             | ± 38 μK                      |
|                            |  | 4.2 K  | 1689 Ω     | -862 kΩ/K                   | 62 μK        | ± 900 μK               | ± 5.1 mK                             | ± 124 μK                     |
|                            |  | 10 K   | 253 Ω      | -62.0 Ω/K                   | 32 μK        | ± 1.8 mK               | ± 6.8 mK                             | ± 64 μK                      |
|                            |  | 100 K  | 2.8 Ω      | -0.021 Ω/K                  | 9.6 mK       | ± 177 mK               | ± 200 mK                             | ± 19.2 mK                    |
| カーボングラス                    | CGR-1-500<br>1.4L 校正の場合                  | 1.4 K  | 103900 Ω   | -520000 Ω/K                 | 12 μK        | ± 0.1 mK               | ± 4.1 mK                             | ± 22 μK                      |
|                            |  | 4.2 K  | 584.6 Ω    | -422.3 Ω/K                  | 52 μK        | ± 0.8 mK               | ± 4.8 mK                             | ± 84 μK                      |
|                            |  | 77 K   | 14.33 Ω    | -0.098 Ω/K                  | 2 mK         | ± 108 mK               | ± 133 mK                             | ± 4 mK                       |
|                            |  | 300 K  | 8.55 Ω     | -0.0094 Ω/K                 | 22 mK        | ± 760 mK               | ± 865 mK                             | ± 44 mK                      |
| 酸化ルテニウム                    | RX-102A-AA<br>0.3B 校正の場合                 | 0.5 K  | 3701 Ω     | -5478 Ω/K                   | 32 μK        | ± 0.5 mK               | ± 5 mK                               | ± 42 μK                      |
|                            |  | 1.4 K  | 2005 Ω     | -667 Ω/K                    | 90 μK        | ± 1.4 mK               | ± 6.4 mK                             | ± 138 μK                     |
|                            |  | 4.2 K  | 1370 Ω     | -80.3 Ω/K                   | 590 μK       | ± 8 mK                 | ± 24 mK                              | ± 832 μK                     |
|                            |  | 40 K   | 1049 Ω     | -1.06 Ω/K                   | 39 mK        | ± 500 mK               | ± 537 mK                             | ± 52 mK                      |
| 熱電対<br>50 mV<br>3060-F     | Type K                                   | 75 K   | -5862.9 μV | 15.6 μV/K                   | 26 mK        | ± 0.25 K <sup>7</sup>  | 校正サービス<br>は提供しており<br>ません             | ± 52 mK                      |
|                            |  | 300 K  | 1075.3 μV  | 40.6 μV/K                   | 10 mK        | ± 0.038 K <sup>7</sup> |                                      | ± 20 mK                      |
|                            |  | 600 K  | 13325 μV   | 41.7 μV/K                   | 10 mK        | ± 0.184 K <sup>7</sup> |                                      | ± 20 mK                      |
|                            |  | 1505 K | 49998.3 μV | 36.006 μV/K                 | 12 mK        | ± 0.73 K <sup>7</sup>  |                                      | ± 24 mK                      |

<sup>4</sup> 掲載したセンサーを校正したとしてティピカルなセンサー感度とした。

<sup>5</sup> 温度制御の安定性は、制御対象が理想的であるとみなして電氣的な性能についてのみ記述している。

<sup>6</sup> HTバージョン以外の場合、最大使用温度は 325 K となる。

<sup>7</sup> 確度の仕様には室温補償の誤差を含まない。

## 仕様

## 入力仕様

|                  | 温度係数 | 入力範囲        | センサ駆動電流                       |        | 表示分解能                  | 測定分解能                               | 電氣的確度                        | 電氣的制御安定性 <sup>8</sup>    |
|------------------|------|-------------|-------------------------------|--------|------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| ダイオード            | 負    | 0 V ~ 2.5 V | 10 μA ± 0.05% <sup>9,10</sup> | 100 μV | 10 μV                  | ± 80 μV ± 0.005% of rdg             | (10 μV + 0.0005% of rdg)/°C  | ± 20 μV                  |
|                  |      | 0 V ~ 10 V  | 10 μA ± 0.05% <sup>9,10</sup> | 100 μV | 20 μV                  | ± 80 μV ± 0.01% of rdg              | (20 μV + 0.0005% of rdg)/°C  | ± 40 μV                  |
| 正温度係数抵抗温度計       | 正    | 0 Ω ~ 10 Ω  | 1 mA <sup>11</sup>            | 0.1 mΩ | 0.2 mΩ                 | ± 0.002 Ω ± 0.01% of rdg            | (0.01 mΩ + 0.001% of rdg)/°C | ± 0.2 mΩ                 |
|                  |      | 0 Ω ~ 30 Ω  | 1 mA <sup>11</sup>            | 0.1 mΩ | 0.2 mΩ                 | ± 0.002 Ω ± 0.01% of rdg            | (0.03 mΩ + 0.001% of rdg)/°C | ± 0.4 mΩ                 |
|                  |      | 0 Ω ~ 100 Ω | 1 mA <sup>11</sup>            | 1 mΩ   | 2 mΩ                   | ± 0.004 Ω ± 0.01% of rdg            | (0.1 mΩ + 0.001% of rdg)/°C  | ± 4 mΩ                   |
|                  |      | 0 Ω ~ 300 Ω | 1 mA <sup>11</sup>            | 1 mΩ   | 2 mΩ                   | ± 0.004 Ω ± 0.01% of rdg            | (0.3 mΩ + 0.001% of rdg)/°C  | ± 4 mΩ                   |
|                  |      | 0 Ω ~ 1 kΩ  | 1 mA <sup>11</sup>            | 10 mΩ  | 20 mΩ                  | ± 0.04 Ω ± 0.02% of rdg             | (1 mΩ + 0.001% of rdg)/°C    | ± 40 mV                  |
|                  |      | 0 Ω ~ 3 kΩ  | 1 mA <sup>11</sup>            | 10 mΩ  | 20 mΩ                  | ± 0.04 Ω ± 0.02% of rdg             | (3 mΩ + 0.001% of rdg)/°C    | ± 40 mV                  |
|                  |      | 0 Ω ~ 10 kΩ | 1 mA <sup>11</sup>            | 100 mΩ | 200 mΩ                 | ± 0.04 Ω ± 0.02% of rdg             | (10 mΩ + 0.001% of rdg)/°C   | ± 40 mV                  |
| 負温度係数抵抗温度計 10 mV | 負    | 0 Ω ~ 10 Ω  | 1 mA <sup>11</sup>            | 0.1 mΩ | 0.2 mΩ                 | ± 0.002 Ω ± 0.06% of rdg            | (0.01 mΩ + 0.001% of rdg)/°C | ± 0.4 mΩ                 |
|                  |      | 0 Ω ~ 30 Ω  | 300 μA <sup>11</sup>          | 0.1 mΩ | 0.2 mΩ                 | ± 0.002 Ω ± 0.06% of rdg            | (0.03 mΩ + 0.001% of rdg)/°C | ± 0.4 mΩ                 |
|                  |      | 0 Ω ~ 100 Ω | 100 μA <sup>11</sup>          | 1 mΩ   | 1 mΩ                   | ± 0.01 Ω ± 0.04% of rdg             | (0.1 mΩ + 0.001% of rdg)/°C  | ± 2 mΩ                   |
|                  |      | 0 Ω ~ 300 Ω | 30 μA <sup>11</sup>           | 1 mΩ   | 2 mΩ                   | ± 0.01 Ω ± 0.04% of rdg             | (0.3 mΩ + 0.001% of rdg)/°C  | ± 4 mΩ                   |
|                  |      | 0 Ω ~ 1 kΩ  | 10 μA <sup>11</sup>           | 10 mΩ  | 10 mΩ + 0.002% of rdg  | ± 0.1 Ω ± 0.04% of rdg              | (1 mΩ + 0.001% of rdg)/°C    | ± 20 mΩ ± 0.004% of rdg  |
|                  |      | 0 Ω ~ 3 kΩ  | 3 μA <sup>11</sup>            | 10 mΩ  | 20 mΩ + 0.002% of rdg  | ± 0.1 Ω ± 0.04% of rdg              | (3 mΩ + 0.001% of rdg)/°C    | ± 40 mΩ ± 0.004% of rdg  |
|                  |      | 0 Ω ~ 10 kΩ | 1 μA <sup>11</sup>            | 100 mΩ | 100 mΩ + 0.002% of rdg | ± 1.0 Ω ± 0.04% of rdg              | (10 mΩ + 0.001% of rdg)/°C   | ± 200 mΩ ± 0.004% of rdg |
|                  |      | 0 Ω ~ 30 kΩ | 300 nA <sup>11</sup>          | 100 mΩ | 200 mΩ + 0.002% of rdg | ± 2.0 Ω ± 0.04% of rdg              | (30 mΩ + 0.001% of rdg)/°C   | ± 400 mΩ ± 0.004% of rdg |
| 熱電対              | 正    | ± 50 mV     | NA                            | 0.1 μV | 1 Ω + 0.005% of rdg    | ± 10.0 Ω ± 0.04% of rdg             | (100 mΩ + 0.001% of rdg)/°C  | ± 2 Ω ± 0.01% of rdg     |
|                  |      |             |                               |        | 0.4 μV                 | ± 1 μV ± 0.05% of rdg <sup>12</sup> | (0.1 μV + 0.001% of rdg)/°C  | 0.8 μV                   |

<sup>8</sup> 温度制御の安定性は、制御対象が理想的であるとみなして電氣的な性能についてのみ記述している。

<sup>9</sup> 電流ソースの誤差の影響は測定精度上では除去可能である

<sup>10</sup> ダイオード温度計の駆動電流は 1 mA に設定することもできる。

<sup>11</sup> 電流ソースの誤差は校正を通して除去される

<sup>12</sup> 精度の仕様は室温補償の誤差を含まない。

## センサ入力仕様

|           | ダイオード／抵抗温度計  | 熱電対  |
|-----------|--|--|
| 測定形式      | 4 線式差動測定   | 2 線式、室温補正あり                                |
| センサ駆動方式   | 一定電流、抵抗温度計用に電流反転機能   | 無し   |
| 対応しているセンサ | ダイオード温度計：シリコン、GaAlAs<br>抵抗温度計：100Ω 白金、1000Ω 白金、ゲルマニウム、CGR、セルノックス、酸化ルテニウム | ほとんどの熱電対                                   |
| 標準カーブ     | DT-470、DT-500D、DT-500E1、DT-670、PT-100、PT-1000、Rx-102A、Rx-202A            | Type E、Type K、Type T、AuFe 0.07%、AuFe 0.03% |
| 入力コネクタ    | 6-pin DIN  | セラミック絶縁端子台                                 |

## 温度測定部

## 入力数

4

## 入力タイプ

入力タイプの変更はフロントパネルからできる。熱電対はオプションを取り付ける（ユーザー取り付け可）ことで対応できる。いちど取り付け後は他のセンサと同様にフロントパネルから選択できる。

## 絶縁

センサの入力は他の回路から光学的に絶縁されている（ただし、互いのセンサ回路は絶縁されない）

## A/D 分解能

24 ビット

## 入力精度

センサに依存する（入力選択表を参照のこと）

## 測定分解能

センサに依存する（入力仕様の表を参照のこと）

## 最大更新レート

それぞれの入力において毎秒 10 回、ただし、100kΩ の NTC 抵抗温度センサの電流反転機能を使用する場合は毎秒 5 回

## オートレンジ

抵抗温度計（NTC 及び PTC）の場合は自動的に最適なレンジが選択される

## ユーザーカーブ

200 ポイントのユーザーカーブデータあるいは CalCurve、39 件分の記憶領域

## SoftCal

30 K から 375 K の範囲で DT-470 型ダイオード温度計の精度を ± 0.25 K に改善し、70 K から 325 K の範囲で白金抵抗温度計の精度を ± 0.25 K に改善する；校正結果はユーザーカーブとして登録できる

## 演算

最大値、最小値

## フィルター

読み取った入力の 2 回から 64 回の平均

## 温度制御

制御ループ数 4 系統

### ヒーター出力 (出力 1、2)

制御方式 閉ループデジタル PID、マニュアルヒーター出力設定 / オープンループ付き

更新レート 10/s

チューニング オートチューニング機能 (選択した 1 つのループのみ)、PID、ゾーン設定付き PID

制御安定性 センサーに依存する 入力仕様の表を参照してください

PID 制御パラメータ

|           |                       |            |
|-----------|-----------------------|------------|
| 比例 (ゲイン)  | 範囲: 0 ~ 1000          | 分解能: 0.1   |
| 積分 (リセット) | 範囲: 1 ~ 1000 (1000/s) | 分解能: 0.1   |
| 微分 (レート)  | 範囲: 1 ~ 200%          | 分解能: 1%    |
| マニュアル出力   | 範囲: 0 ~ 100%          | 分解能: 0.01% |

ゾーン制御 10 の温度ゾーン 各ゾーンに P、I、D、マニュアルヒーター出力、ヒーターレンジ、コントロールチャンネル、ランプレートが設定可

セットポイントランプ 0.1 K/分 ~ 100 K/分

### 出力 1

|                     | 25Ω の場合                     | 50Ω の場合 |
|---------------------|-----------------------------|---------|
| ヒーター出力タイプ           | 可変電流ソース                     |         |
| 出力 DA 分解能           | 16-bit                      |         |
| 最大ヒーターパワー           | 100 W                       | 50 W    |
| 最大ヒーター出力電流          | 2 A                         | 1 A     |
| ヒーター出力コンプライアンス      | 50 V                        | 50 V    |
| 最大パワーでのヒーター負荷       | 25 Ω                        | 50 Ω    |
| ヒーター負荷レンジ           | 10 Ω ~ 100 Ω                |         |
| ヒーター出力レンジ           | 3 段階 (1 段階 1/10 に電力が減少する)   |         |
| ヒーターノイズ (<1kHz) RMS | 0.12 μA RMS (主に電源周波数とその高調波) |         |
| グラウンド               | ヒーター出力はシャーシグラウンドを基準とする      |         |
| ヒーターコネクタ            | デュアルバナナ                     |         |
| 安全リミット              | 温度カーブ、電源投入時ヒーター OFF、回路短路保護  |         |

### 出力 2

|                     | 25Ω の場合                     | 50Ω の場合 |
|---------------------|-----------------------------|---------|
| ヒーター出力タイプ           | 可変電流ソース                     |         |
| 出力 DA 分解能           | 16-bit                      |         |
| 最大ヒーターパワー           | 50 W                        | 50 W    |
| 最大ヒーター出力電流          | 1.41 A                      | 1 A     |
| ヒーター出力コンプライアンス      | 35.4 V                      | 50 V    |
| 最大パワーでのヒーター負荷       | 25 Ω                        | 50 Ω    |
| ヒーター負荷レンジ           | 10 Ω ~ 100 Ω                |         |
| ヒーター出力レンジ           | 3 段階 (1 段階 1/10 に電力が減少する)   |         |
| ヒーターノイズ (<1kHz) RMS | 0.12 μA RMS (主に電源周波数とその高調波) |         |
| グラウンド               | ヒーター出力はシャーシグラウンドを基準とする      |         |
| ヒーターコネクタ            | デュアルバナナ                     |         |
| 安全リミット              | 温度カーブ、電源投入時ヒーター OFF、回路短路保護  |         |

### 外部制御出力設定 (出力 3、4)

制御方式 ウォームアップヒーターモード、マニュアル出力、またはモニター出力 (PID 制御はありません)

ウォームアップヒーターモードの設定

ウォームアップ強度の設定 0 ~ 100% 1% 分解能、(ウォームアップ電源やアンプなどの外部機器への電圧出力)

ウォームアップモード 連続制御、または自動 OFF

アナログ出力設定

スケール ユーザーによる選択可

データソース 温度あるいはセンサーユニット

設定項目 入力、ソース、スケールの上限、スケールの下限、またはマニュアル

タイプ 可変 DC 電圧ソース

更新レート 10/s

電圧範囲 ± 10 V

分解能 16-bit, 0.3 mV

精度 ± 2.5 mV

ノイズ 0.3 mV RMS

最小負荷抵抗 1 kΩ (短絡保護回路)

コネクタ 取りはずしできる端子ブロック

## フロントパネル

ディスプレイ 文字表示 8 行 × 40 列 (240 x 64 ピクセル)、LED バックライト液晶ディスプレイ

表示領域 1 から 8 エリア

表示単位 K、℃、V、mV、Ω

表示データ 温度、電圧/抵抗、最大値、最小値

表示更新レート 毎秒 2 回

温度表示分解能 0.0001 (範囲: 0 ~ 99.9999), 0.001 (範囲: 100 ~ 999.999), 0.01 (範囲: > 1000)

電圧/抵抗表示分解能 センサーに依存する 6 桁まで

他の表示可能項目 入力名、セットポイント、ヒーターレンジ、ヒーター出力値、PID

目標温度設定分解能 温度表示分解能と同じ (実際の分解能はセンサーに依存する)

ヒーター出力値表示 電力または電流値の % 表記による数値表示

ヒーター出力分解能 0.01%

記号インジケータ 制御対象入力、リモート、アラーム、オートチューニング、ランプ、最大、最小、演算の表示

LED インジケータ リモート、イーサネットステータス、アラーム、制御出力

キーパッド 27 キー (シリコンゴム製)

フロントパネルの特徴 フロントパネルでのカーブ登録、輝度調整、キーパッドのロック

## インターフェース

GPIB (IEEE-488.2)

機能 S H1、A H1、T5、L4、S R1、R L1、P P0、D C1、DT0、C0、E1

読み取りレート それぞれの入力において毎秒 10 回以下

ソフトウェアサポート LabVIEW ドライバー (詳細はお問い合わせください)

イーサネット

機能 TCP/IP、Web インターフェース、カーブハンドラー

コネクタ RJ-45

更新レート それぞれの入力において毎秒 10 回以下

ソフトウェアサポート LabVIEW ドライバー (詳細はお問い合わせください)

アラーム

数 4 値 Hi と Lo をそれぞれの入力に対して入力

データソース 温度あるいはセンサーユニット

設定項目 ソース、高い目標温度、低い目標温度、不感帯、ラッチ、ノンラッチ、音 ON/OFF、インジケータ ON/OFF

アクチュエータ ディスプレイインジケータ、ピー音、リレー

リレー

数 2

接点 ノーマリオープン、ノーマリクローズ、コモン

接点定格 30 VDC @3A

動作 どちらかの入力が高いとき、低い時または両方の警報によりリレーが動作する。マニュアル動作も可。

コネクタ 取り外し可能端子台

## 一般

周囲温度 15℃ ~ 35℃ にて仕様値付け、5℃ ~ 40℃ にて仕様値を減ずる

電源 100、120、220、240 VAC、±10%、50 / 60 Hz、250 VA

寸法 435 mm W × 89 mm H × 368 mm D (17 in × 3.5 in × 14.5 in)、フルラック

重量 7.6 kg (16.8 lb)

規格 CE マーク

## オーダーインフォメーション

### モデルナンバー

336 温度コントローラ、4 入力ダイオード / 抵抗温度センサー対応、4 チャンネル制御出力

### 標準付属品

106-009 ヒーター出力端子用、オスデュアルバナナプラグ  
106-233 ヒーター入力コネクタオス 6 ピン  
106-750 ハーモニカ型端子台、10 ピン  
MAN-336 336 型英文マニュアル / 和文マニュアル

### オプション

3060-F 熱電対入力カード (336 型用)

### 別売アクセサリ

8001-336 校正済みセンサの校正データを工場出荷時に 336 型にインストールするサービス (価格はインストール数による)  
TEMP-SOFT 温度制御・モニター用ソフトウェア