

325 型のセンサー入力、ダイオード及び抵抗温度計に対応した入力と熱電対に対応した入力があり、モデルによって異なります。入力が 2 チャンネルともダイオード及び抵抗温度計に対応しているモデル、反対に 2 チャンネルとも熱電対に対応しているモデル、またそれぞれのセンサーが 1 チャンネルずつ対応しているモデルがあり、発注時にこの選択をしなければなりません。ご購入後に入力の構成を変更することはできません。

フロントパネルからセンサーを選択すると、適切な駆動電流が自動的に選択されます。

温度制御

325 型には独立した PID 温度制御ループが 2 系統あります。PID 制御とは PID アルゴリズムに従って制御センサーの温度と設定した目標温度から制御出力を計算するものです。チューニングパラメータが広いためほとんどのクライオシステム、小型高温炉に適合します。出力値の分解能が高い AD 変換回路を使っているため、スムーズな制御出力を発生します。PID のパラメータをユーザ自身が設定することも、自動的にパラメータを生成するオートチューニング機能を使って設定することも可能です。

制御ループ 1 の出力は安定化された DC 可変電流ソースです。最大出力は 25W で、かつ、冷却パワーの低い温度領域に対応する、より低いレンジ設定も可能です。制御ループ 2 の出力は単一レンジで、0.2A の可変 DC 電圧ソースです。50Ω では最大 2W、25Ω では 1W の電力をヒーターに供給することができます。

制御ループ 2 の出力は別途、自由に値を設定できる電圧ソースとしても使えます。50Ω に対しては 0 から 10V、25Ω に対しては 0 から 5V の範囲で変化させることができます。どちらのループの出力もシャーシグラウンドを基準としています。

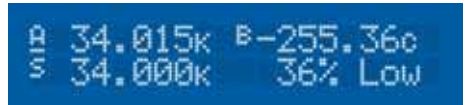
温度の設定目標（セットポイント）にスムーズに近づいてゆきたい場合はセットポイントランプ機能を使います。また、広い温度域にわたって制御する際に PID のパラメータを自動的に切り替えながら制御するゾーン機能もあります。温度の設定目標に応じて 10 の温度領域に区分された PID 設定のリストから最適なパラメータが選択されます。

インターフェース

325 型の通信インターフェースは GPIB 及び RS-232C に対応しています。データ収集のみならずほとんどの機能を PC からコントロールできます。センサーの温度カーブもカーブハンドラーソフトウェアを使って PC から入力したり操作したりできます。

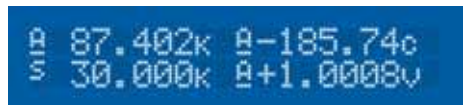
変更可能な表示ディスプレイ

325 型のディスプレイは明るく見やすい液晶で、同時に 4 項目を表示します。ディスプレイには値だけでなく、入力チャンネルなども表示されます。表示の位置は 4 項目とも自由に変えることができ、また温度以外にも電圧値や抵抗値での表示も可能です。ヒーターのレンジ、ヒーターへの出力電流値やパワーも連続的に表示されます。表示されているコントロールループがどちらのチャンネルのものかわかるようにチャンネルのマークの下にアンダーラインが点灯します。



通常（デフォルト）のディスプレイ

ディスプレイの表示位置は 4 箇所。読み取った温度や目標温度（セットポイント）はこれらのどこにでも表示できる。温度だけでなく電圧などのセンサーの単位で表示することも可能。ヒーターは電力または電流でフルスケールに対するパーセンテージで表示される。



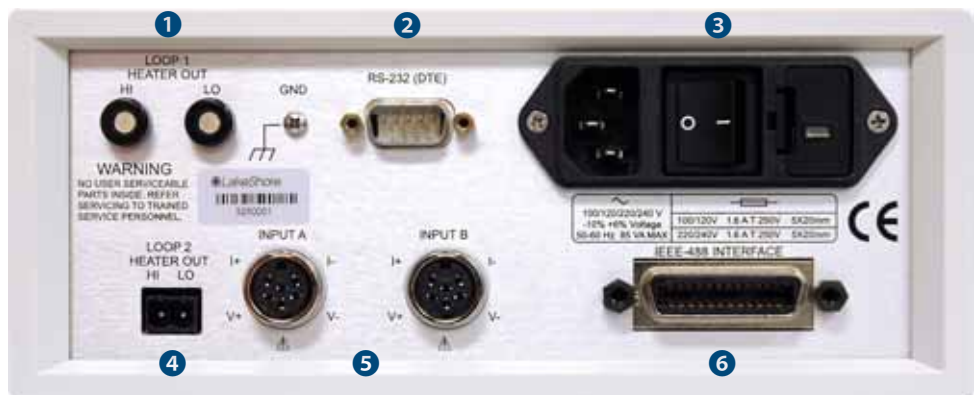
柔軟な設定

読み取り値の表示位置はアプリケーションに応じて自由に変更できる。読み取り値の前の文字は入力チャンネルの AB または目標温度（セットポイント）S を意味する。読み取り値の後ろの文字は単位。



カーブの登録

測定した温度の表示だけでなく、温度カーブの登録やゾーン登録、SoftCal 校正にも表示ディスプレイは対応しています。温度カーブの登録はフロントパネルの表示とキーボードの操作で PC からの通信によるものと同様に実施できます。



325 型リアパネル

- ① ヒーター出力
- ② シリアル I/O インターフェース
- ③ 電源入力
- ④ ターミナルブロック（リレー及びアナログ出力）
- ⑤ センサー入力コネクター
- ⑥ IEEE-488 インターフェース

センサーセレクション

組み合わせ時の使用可能範囲（センサーは別売です）

		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 ²	セルノックス	CX-1010	2 K ~ 325 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$	
	セルノックス	CX-1030-HT	3.5 K ~ 420 K ^{3,6}	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$	
	セルノックス	CX-1050-HT	4 K ~ 420 K ^{3,6}	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$	
	セルノックス	CX-1070-HT	15 K ~ 420 K ³	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$	
	セルノックス	CX-1080-HT	50 K ~ 420 K ³	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$	
	ゲルマニウム	GR-300-AA	1.2 K ~ 100 K ⁴	推奨しない	
	ゲルマニウム	GR-1400-AA	4 K ~ 100 K ⁴	推奨しない	
	カーボンガラス	CGR-1-500	4 K ~ 325 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$	
	カーボンガラス	CGR-1-1000	5 K ~ 325 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$	
	カーボンガラス	CGR-1-2000	6 K ~ 325 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 19 \text{ T}$	
	酸化ルテニウム	RX-102A	1.4 K ~ 40 K ⁵	$T > 2 \text{ K} \ \& \ B \leq 10 \text{ T}$	
	熱電対	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

² センサーの駆動電流が単一レンジの場合、負温度係数の抵抗センサーの最低使用温度に限界が生じる。

³ HTバージョン以外の場合、最大使用温度は325 Kとなる。

⁴ 低温側の限界は入力抵抗の範囲によるもの。

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

⁶ 低温側の限界は自己発熱によるもの： $\leq 12 \text{ mk}$

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2K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 ⁷ (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 ⁸ (温度換算)
シリコンダイオード	DT-670-SD-13 1.4H 校正の場合	1.4 K	1.644 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 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	4.6 mK	± 39 mK	± 89 mK	± 9.2 mK
GaAlAs ダイオード	TG-120-SD 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	16.2 mK	± 180 mK	± 202 mK	± 32.4 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	6.4 mK	± 38 mK	± 88 mK	± 12.8 mK
100 Ω 白金抵抗 500 Ω フルスケール	PT-103 1.4J 校正の場合	30 K	3.660 Ω	0.191 Ω/K	10.5 mK	± 23 mK	± 33 mK	± 21 mK
		77 K	20.38 Ω	0.423 Ω/K	4.8 mK	± 15 mK	± 27 mK	± 9.6 mK
		300 K	110.35 Ω	0.387 Ω/K	5.2 mK	± 39 mK	± 62 mK	± 10.4 mK
		500 K	185.668 Ω	0.378 Ω/K	5.3 mK	± 60 mK	± 106 mK	± 10.6 mK
セルノックス	CX-1050-SD-HT ⁹ 4M 校正の場合	4.2 K	3507.2 Ω	-1120.8 Ω/K	36 μK	± 1.4 mK	± 6.4 mK	± 72 μK
		77 K	205.67 Ω	-2.4116 Ω/K	16.6 mK	± 76 mK	± 92 mK	± 33.2 mK
		300 K	59.467 Ω	-0.1727 Ω/K	232 mK	± 717 mK	± 757 mK	± 464 mK
		420 K	45.030 Ω	-0.0829 Ω/K	483 mK	± 1.42 K	± 1.49 K	± 966 mK
ゲルマニウム	GR-300-AA 0.3D 校正の場合	4 K	1873 Ω	-1008 Ω/K	50 μK	± 842 μK	± 5.0 mK	± 99 μK
		4.2 K	1689 Ω	-862 Ω/K	58 μK	± 900 μK	± 5.1 mK	± 116 μK
		10 K	253 Ω	-62 Ω/K	807 μK	± 3.2 mK	± 8.2 mK	± 1.6 mK
		100 K	2.80 Ω	-0.021 Ω/K	2.4 K	± 4.86 K	± 4.884 K	± 4.81 K
カーボンガラス	CGR-1-2000 4L 校正の場合	4.2 K	2260 Ω	-2060 Ω/K	20 μK	± 0.5 mK	± 4.5 mK	± 40 μK
		77 K	21.65 Ω	-0.157 Ω/K	255 mK	± 692 mK	± 717 mK	± 510 mK
		300 K	11.99 Ω	-0.015 Ω/K	2.667 K	± 7 K	± 7.1 K	± 5.334 K
熱電対 50 mV	Type K	75 K	-5862.9 μV	15.6 μV/K	26 mK	± 0.25 K ¹⁰	レイクショアでの校正不可	± 52 mK
		300 K	1075.3 μV	40.6 μV/K	10 mK	± 0.038 K ¹⁰		± 20 mK
		600 K	13325 μV	41.7 μV/K	10 mK	± 0.184 K ¹⁰		± 20 mK
		1505 K	49998.3 μV	36.006 μV/K	12 mK	± 0.73 K ¹⁰		± 24 mK

⁷ 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。

⁸ 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。

⁹ HTバージョン以外の場合、最大使用温度は 325 K となる。

¹⁰ 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 ¹¹
ダイオード	負	0 V ~ 2.5 V	10 μ A \pm 0.05% ^{12,13}	100 μ V	10 μ V	\pm 80 μ V \pm 0.005% rdg	\pm 20 μ V
	負	0 V to 7.5 V	10 μ A \pm 0.05% ^{12,13}	100 μ V	20 μ V	\pm 80 μ V \pm 0.01% rdg	\pm 40 μ V
正温度係数抵抗温度計	正	0 Ω ~ 500 Ω	1 mA ¹⁴	10 m Ω	2 m Ω	\pm 0.004 Ω \pm 0.01% rdg	\pm 4 m Ω
	正	0 Ω ~ 5000 Ω	1 mA ¹⁴	100 m Ω	20 m Ω	\pm 0.04 Ω \pm 0.02% rdg	\pm 40 m Ω
負温度係数抵抗温度計	負	0 Ω ~ 7500 Ω	10 μ A \pm 0.05% ¹⁴	100 m Ω	40 m Ω	\pm 0.1 Ω \pm 0.04% rdg	\pm 80 m Ω
熱電対	正	\pm 25 mV	無し	1 μ V	0.4 μ V	\pm 1 μ V \pm 0.05% rdg ¹⁵	0.8 μ V
	正	\pm 50 mV	無し	1 μ V	0.4 μ V	\pm 1 μ V \pm 0.05% rdg ¹⁵	0.8 μ V

¹¹ 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。

¹² 電流ソースの誤差の影響は測定確度上では除去可能である

¹³ 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。詳細はマニュアル参照。

¹⁴ 電流ソースの誤差は校正を通して除去される

¹⁵ 確度の仕様は室温補償の誤差を含まない。

温度測定部

入力数	2
入力タイプ	それぞれの入力タイプは工場出荷時にダイオード／抵抗温度計対応もしくは熱電対対応のいずれかに設定される 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)
絶縁	
A/D 分解能	24 ビット
入力確度	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 (入力 A に熱電対を接続した場合を除く)
ユーザーカーブ SoftCal	200 ポイントのカーブデータ 15 件分の記憶領域 30 K から 375 K の範囲で DT-470 型ダイオード温度計の確度を \pm 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確度を \pm 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
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	2 系統
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
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 センサに依存する 入力仕様の表を参照のこと
制御安定性	
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、ヒーターレンジが設定可
セットポイントランプ	0.1 K/分 ~ 100 K/分
安全リミット	温度カーブ中の限界設定、電源投入時ヒーターオフ機能、短絡保護

センサの入力タイプ

	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あり	無し
対応しているセンサ	ダイオード温度計：シリコン、GaAlAs 抵抗温度計：100 Ω 白金、1000 Ω 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-670、PT-100、PT-1000、RX-102A、RX-202A	Type E、Type K、Type T、AuFe 0.07% Cr、AuFe 0.03% Cr
入力コネクタ	6-pin DIN	セラミック絶縁端子台

ループ 1 ヒーター出力

	25 Ω 設定	50 Ω 設定
出力方式	可変 DC 電流ソース	
D/A 分解能	16 ビット	
最大出力	25 W	
最大電流	1 A	0.71 A
電圧コンプライアンス (最小)	25 V	35.4 V
ヒーター抵抗範囲	20 Ω ~ 25 Ω	40 Ω ~ 50 Ω
ヒーター抵抗最大電力	25 Ω	50 Ω
レンジ数	2 段階 (2.5W/25 W)	
ヒーターノイズ (<1 kHz)	1 μV + 0.01% of output	
グラウンド回路	出力の基準はシャーシグラウンドである	
ヒーターコネクタ形式	デュアルバナナ	

ループ 2 ヒーター出力

	25 Ω 設定	50 Ω 設定
出力方式	可変 DC 電圧ソース	
D/A 分解能	16 ビット	
最大出力	1 W	2 W
最大電流	5 V	10 V
電圧コンプライアンス (最小)	0.2 A	
ヒーター抵抗範囲	≥ 25 Ω	≥ 50 Ω
ヒーター抵抗最大電力	25 Ω	50 Ω
レンジ数	1 段階	
ヒーターノイズ (<1 kHz)	50 μV + 出力の 0.01%	
グラウンド回路	出力の基準はシャーシグラウンドである	
ヒーターコネクタ形式	ターミナルブロック	

フロントパネル

ディスプレイ	文字表示 2 行 × 20 列 (文字高 5.5mm)、LCD
表示領域	1 ~ 4 箇所
表示単位	K、℃、V、mV、Ω
表示データ	温度、電圧/抵抗
表示更新レート	毎秒 2 回
温度表示分解能	0.001 (範囲: 0 ~ 99.999) 0.01 (範囲: 100 ~ 999.99)、0.1 (範囲: > 1000)
電圧/抵抗表示分解能 他の表示可能項目	センサーに依存する 5 桁まで セットポイント、ヒーターレンジ、ヒーター出力値 (ユーザーによる選択可)
目標温度設定分解能	温度表示分解能に同じ (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 ヒーター出力分解能 記号表示	電力または電流値の % 表記による数値表示 1% 制御入力、リモート、オートチューニングの表示
キーパッド	20 キー (数値キーおよび機能キー)
フロントパネルの特徴	フロントパネルでのカーブ登録、キーパッドのロック

インターフェース

GPIB (IEEE-488.2)	
機能	SH1、AH1、T5、L4、SR1、RL1、PP0、DC1、DT0、C0、E1
読み取りレート サポートソフト	それぞれの入力において毎秒 10 回以下 LabVIEW ドライバー (詳細はお問い合わせください)
シリアル通信	
通信方式	RS-232C
ボーレート	9600、19200、38400、57600
コネクタ形式	9 ピン D 型 DTE 接続
読み取りレート	それぞれの入力において毎秒 10 回以下

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、+6%、-10%、50 / 60 Hz、85 VA
寸法	216 mm W × 89 mm H × 368 mm D (8.5 in × 3.5 in × 14.5 in)、ハーフラックサイズ
重量	4.00 kg (8.82 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

325	温度コントローラ・抵抗温度計対応 (2CH)
325-T1	温度コントローラ・抵抗温度計対応 (1CH)・熱電対対応 (1CH)
325-T2	温度コントローラ・熱電対対応 (2CH)

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	センサー入力コネクタオス 6 ピン
106-735	ハーモニカ型端子台、2 ピン
—	校正証明書
MAN-325	325 型英文マニュアル

別売アクセサリ

6201	GPIB ケーブル、長さ 1 m (3.3 ft)
8001-325	校正済みセンサの校正データを工場出荷時に本体にインストール
RM-1/2	ラックマウントキット、幅 482.60 mm (19") rack に 1 台取り付け、高さ 90 mm (3.5")
RM-2	ラックマウントキット、幅 482.60 mm (19") rack に 2 台取り付け、高さ 135 mm (5.25")
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	センサー入力コネクタオス 6 ピン
106-735	ハーモニカ型端子台、2 ピン