



SENSOR
温度センサ

YASHIMASOKKI co.,Ltd.

品質と精度と速さ それが八洲測器の誇りです

目次

弊社製品のご注文に際してのお願い P 1

温度計測ガイド P 3

1. 概説 P 4

2. 温度計測一般 P 4

3. 熱電対温度センサ P 9

4. 補償導線 P13

5. 白金測温抵抗体 P17

6. 保護管 P19

7. ノイズ対策 P21

8. 保守 P23

9. トレーサビリティ P26

10. 製品検査 P32

温度センサ製品ガイド P33

用途別カスタム製品の事例 P34

標準型温度センサ／熱電対 P37

標準型温度センサ／白金測温抵抗体 P44

標準型温度センサ用導線・部品 P50

計測制御機器事業 P57

基板事業 P58

弊社製品の御注文に際してのお願い

弊社製品のお問い合わせ、ご注文に際しましては、見積書、契約書、カタログ、仕様書等に特記事項のない場合には、日本電気制御機器工業会による取り決め等に則り、下記一般条件を予めご承認の上お進め下さい。尚、納入されました商品につきましては、できるだけ早くご使用下さるよう努めていただき、ご使用までの管理保全につきましても十分ご注意下さいますようお願い致します。

記

補償とアフターサービス

1. 補償期間と補償範囲

〔保証期間〕

納入品の保証期間は、ご注文主のご指定場所に納入後1ヶ年と致します。

ただし、グリップ式温度センサー等装置に感温部やケーブル等を完全に固定して使用しない製品、および複数回取り外し設置を行う固定部品（ねじ、フランジ保護管等）やリレー、電池を含む製品については、消耗品とさせて頂き、保証対象外とさせて頂きます。

〔保証範囲〕

上記保証期間中に納入者側の責により、故障を生じた場合は、その納入品の故障部分の交換、または修理を弊社の負担にて行います。なお、代替品との交換または修理を行った場合でも保証期間の起算日は対象製品の当初の納入日とさせて頂きます。

但し、次に該当する場合は、この保証の対象とはなりません。

(1) 使用者の不適当な取扱い、使用、保管に起因する場合。

(2) 故障の原因が商品以外の理由による場合。

(3) 弊社以外での改造、または修理による場合。

(4) 使用目的、用途が消耗的な場合。

(5) その他、天災、災害等、明らかに納入者側の責任でない場合。

尚、ここでいう補償は、納入品単体の補償を意味するもので、弊社製品の不適合、故障、操作ミスおよび納期遅れ等により誘発される損害については免責とさせて頂きます。

2. サービスの範囲

納入品の価格には、技術者派遣等のサービス費用は含んでおりませんので、次の場合は、別途費用を申し受けます。

(1) 取付調整指導及び試運転立合。

(2) 保守点検、調整及び修理。

(3) 技術指導及び技術教育。

ご注意

本説明書の記載内容については、改善の為予告無く変更する事がありますので、予めご了承ください。

本説明書の内容の一部又は全部を販売を目的として無断で複製・転写することは、禁じられております。

温度計測ガイド

温度計測の一般的なガイドおよびトレーサビリティ等について記載しました。

目次

1	概説	P 4
2	温度計測一般	P 4
3	熱電対温度センサ	P 9
4	補償導線	P 13
5	白金測温抵抗体	P 17
6	保護管	P 19
7	ノイズ対策	P 21
8	保守	P 23
9	トレーサビリティ	P 26
10	製品検査	P 32

温度計測ガイド

1 概説

温度計測・制御を正確に行うには、指示装置・制御装置の精度も重要ですが、温度の最初の取り込み口である温度センサーの選定・設置には十分注意を払う必要があります。今日では、電子機器の性能も以前に比べて飛躍的に向上しておりますが、センシング技術については、まだまだ測定者の素質に依るところが大きいようです。本章では、温度計測を行う上で重要で基礎的な事項、特にセンシング技術について説明しております。

温度計測の際、特に注意すべき点には主に、次の3項目が挙げられます。

- 正確な温度を知る事
- 相手の状態を乱さない
- すばやく温度を知る事

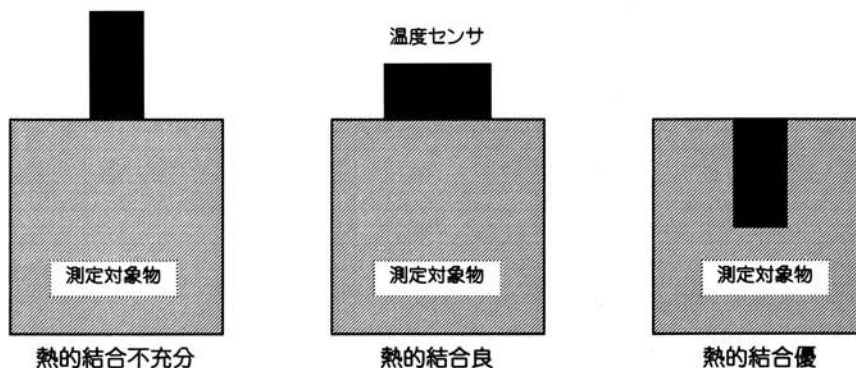
温度の一致

2 温度計測一般

2.1 温度の一致

温度計測は第一に、「温度センサと測定対象との温度一致（熱的平衡状態）」について充分考慮した上で実施しなければなりません。温度を一致させるには、熱的接触を充分とり、熱抵抗を十分に小さくする事が必要です。

温度センサと測定対象との接触面積ができるだけ大きくとれるセンサの形状を選び、特に表面温度計測の場合には表面の形状にぴったり合うように工夫して下さい。センサと測定対象の境界面の間に、汚れ、酸化皮膜、そして樹脂による被覆等があると、これらは熱抵抗として作用してこの間で温度勾配を生じ誤差の原因となります。



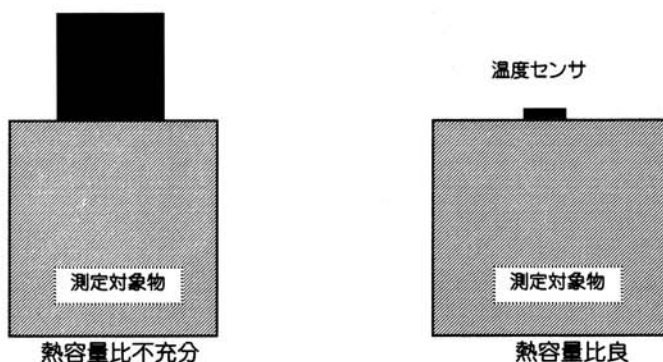
熱容量比の最大化

2.2 熱容量比の最大化

測定対象に何かが触れる事は、既に対象の状態を乱している事になります。これは接触式温度計で温度計測を行う限り避けられない問題です。

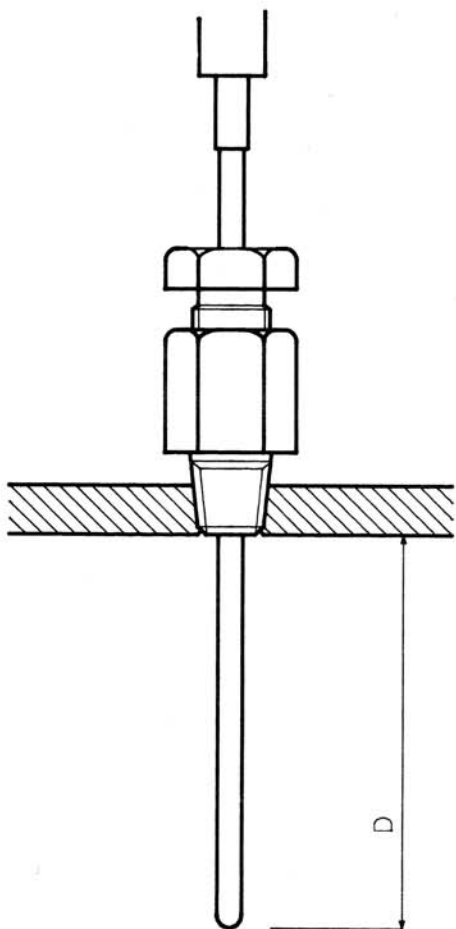
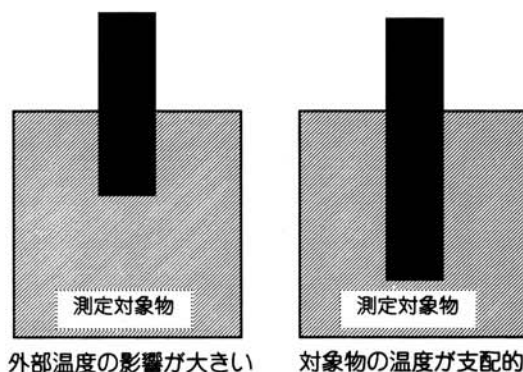
この問題を無視できるくらい小さく抑えることが、温度計測の大きなポイントとなります。

下記の図に示すように、使用する温度センサをできるだけ小さくするが、測定対象の熱容量をできるだけ大きくするように努めます。



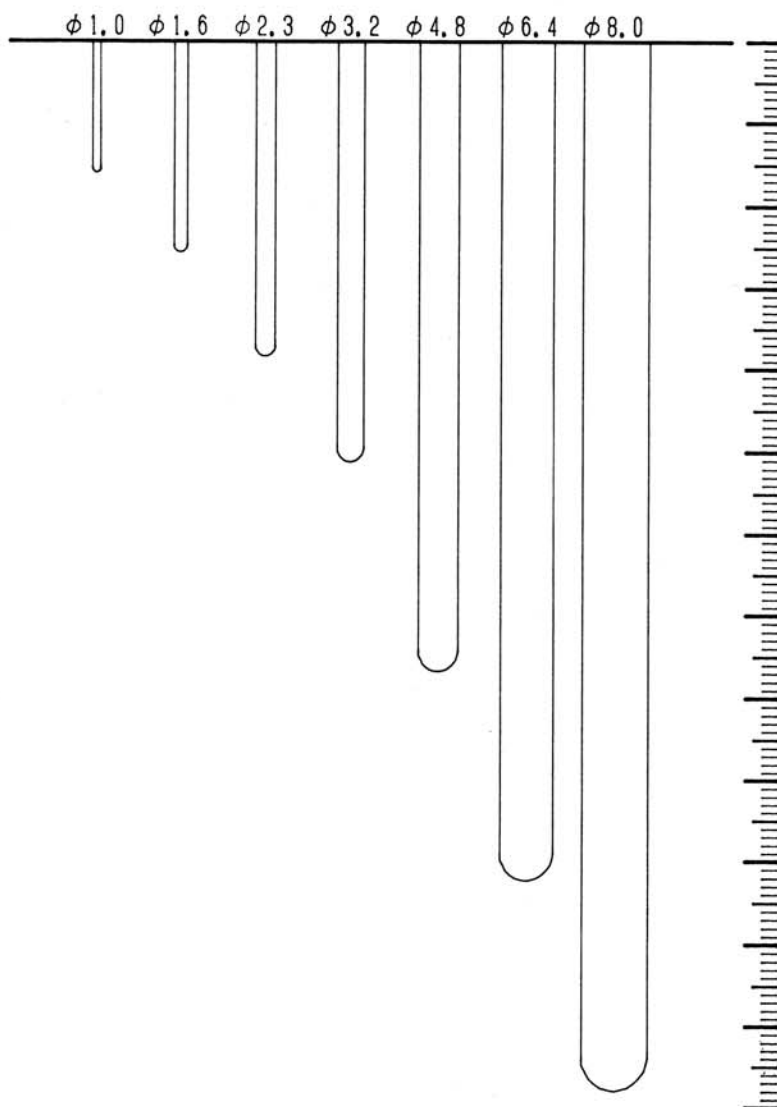
2.3 挿入長さ

温度計測で一番最初に問われるのがセンサーの挿入深さです。右図に示すように挿入深さは、深い程測定対象との熱的結合が大きくなり、また、ほとんどのセンサーは感温部分が先端に位置しますので外部の影響が小さくなります。



金属保護管型やシース型センサでは、挿入長はそのセンサー外径に対して1.5～2.5倍程度が必要とされています。特に素子の感温部分が保護管の先端部分に無い場合や、測温抵抗体のように先端部から一定部分まで、(通常10～50mm)の平均値が計測温度となる場合には、余裕を持った挿入深さにする必要があります。プロセス上で温度センサー挿入深さを変える事ができる場合は、深さを変えてみて指示温度が変化するかどうか確認してみると良いでしょう。指示が変わらなくなるまで挿入できれば、大体大丈夫と考えて良いのですが、取り付け部から伝わる熱が大きく、取り付け部の温度が支配的である場合は、挿入深さに無関係に安定して温度が低く計測されたりする場合がありますので、注意が必要です。

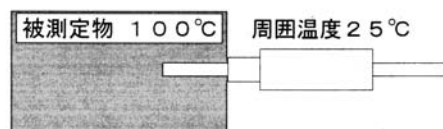
各径の温度センサーの推奨挿入深さ



センサの形状を誤ると.

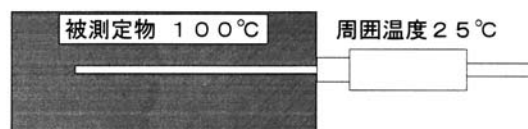
挿入長誤差を考慮しないでセンサの設計をした場合、大きく誤差が発生します。ここにその代表的な例を挙げてみます。

不適切な場合



No.	計測値°C	誤差°C
1	96.9	-3.1
2	95.6	-4.4
3	97.2	-2.8
4	95.6	-4.4
5	95.5	-4.5
6	95.7	-4.3
7	95.9	-4.1
8	97.5	-2.5
9	96.7	-3.3
10	97.3	-2.7
平均	96.4	-3.6

適切な場合



No.	計測値°C	誤差°C
1	100.0	0.0
2	100.0	0.0
3	100.0	0.0
4	99.9	-0.1
5	99.9	-0.1
6	100.0	0.0
7	99.9	-0.1
8	100.0	0.0
9	100.0	0.0
10	100.1	+0.1
平均	100.0	0.0

上記試験は、あくまで一例であり、種々条件により計測値は異なります。また、センサの性能を規定または保障するものではありません。

ポイント

挿入長の目安

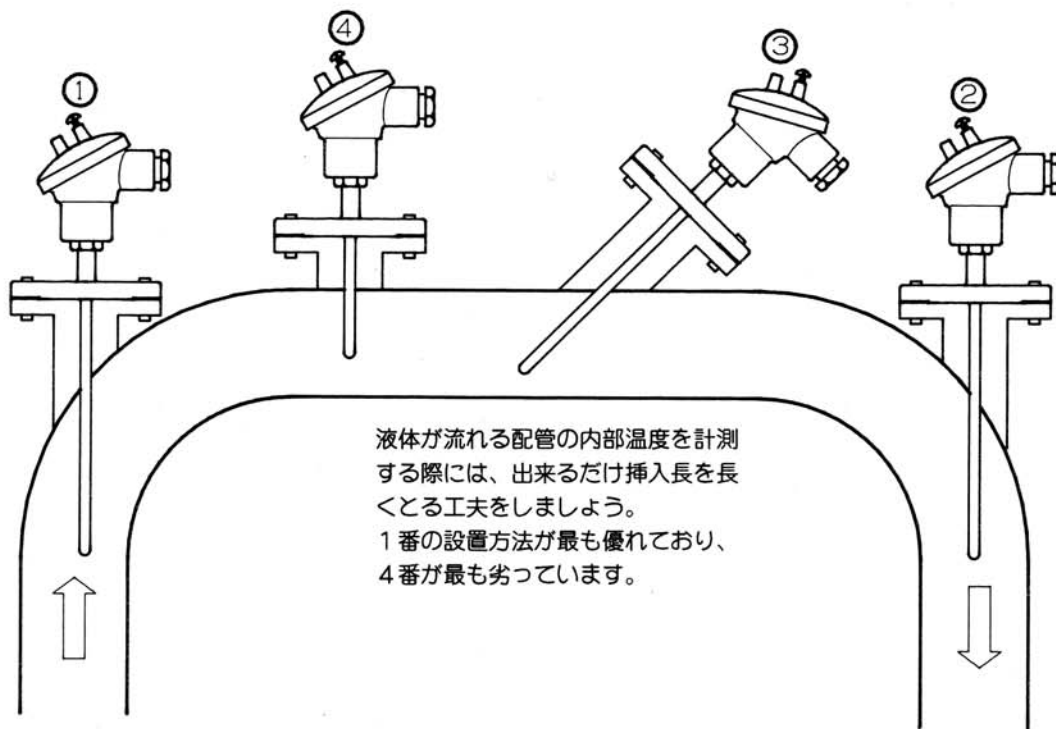
- 挿入深さ=径×15：金属保護管センサの場合
- 挿入深さ=径×20：非金属保護管センサの場合
- 測温抵抗体の場合、熱電対に比べて深く挿入する。

設置方法

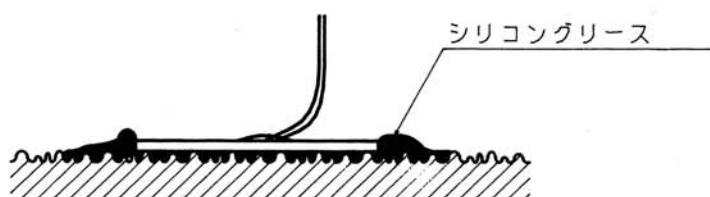
2.4 設置方法

センサ設置方法の主な具体例を紹介します。

配管内部一般

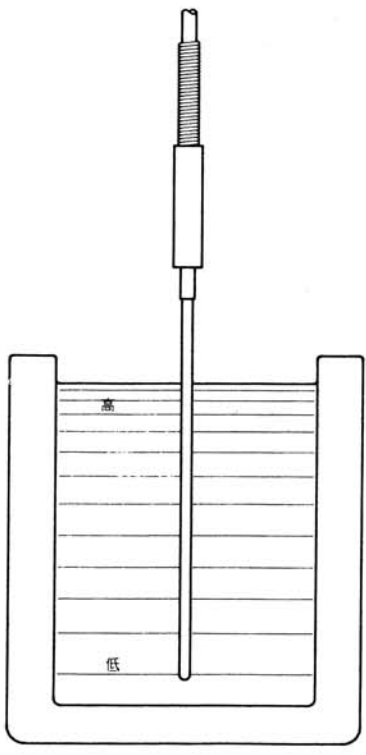


表面温度計測



表面温度を計測する場合にはセンサと表面が出来るだけ密な熱接触がとれるように努めて下さい。
表面がでこぼこしていたり粗い場合には、熱伝導のよいシリコングリース等を塗ってからセンサを設置してやれば熱接触を改善する事が出来ます。
リード線がセンサを伝って表面の熱を奪い、計測温度が低めに計測される場合もありますので、リード線は出来れば表面にはわせて、センサからの熱移動を最少限に押さえる事も必要です。

挿入長だけにこだわらない

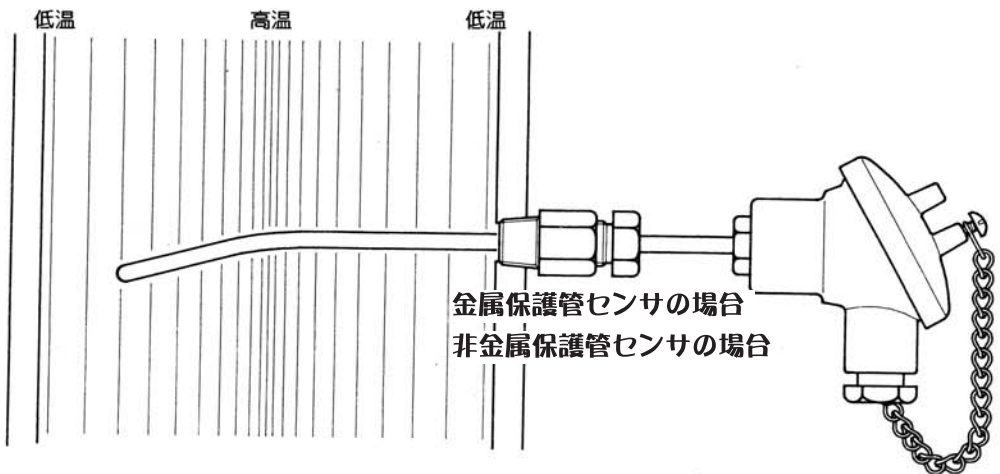


液体を静止させて放置させておきますと必ず温度分布を生じますので、挿入長を長く
とるだけではなく計測目的に合った方法を選
択する必要があります。

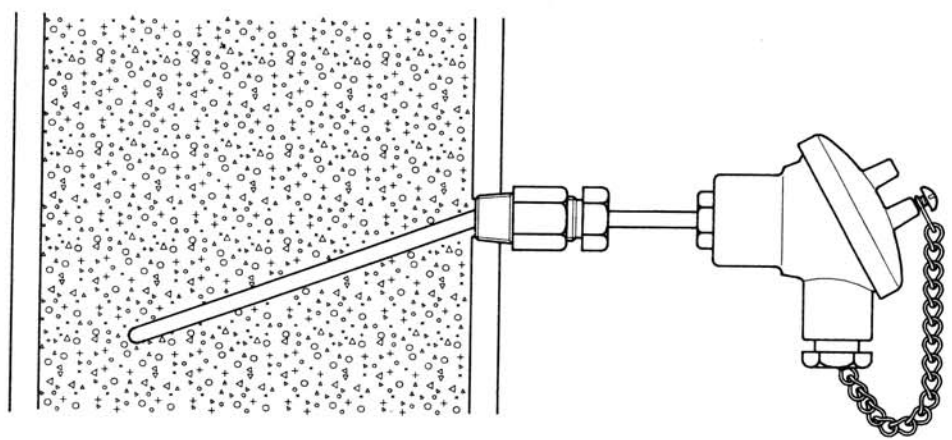
比較的温
度が高い

比較的温
度が低い

中心部の温度が高く周辺の温度が低い場合、指示温度はセンサの常用温度限界を越えていなくても途中の
シース部分の温度が常用温度限界を超えてセンサを変形・断線させてしまう事もあります。また、シース
部分が長いと常用温度限界以下の温度でも変形する事があります。



粘性の高い流体を計測する場合には、シースの強度を十分考慮して、必要なら保護管やウエルを使用して
下さい。



3 熱電対温度センサ

熱電対は、3種類の温度センサのなかで最も歴史がありその種類もたくさんありますので、どの種類の熱電対を選ぶかによって、その精度や経済性が大きく左右されます。

このセクションでは、各熱電対の特性をもう少し掘り下げて説明し、更に最近注目を浴びてきたN型熱電対についても説明致します。

3.1 熱電対センサの種類

下表に、現在JISで規定されている熱電対を挙げてありますが、これら以外にも実用化されている熱電対も種々あり、それらについては次頁に記載されています。

熱電対の記号・構成材料

熱電対種類

記号	構成材料	
	＋ 脚	－ 脚
B	ロジウム30%を含む白金ロジウム合金	ロジウム6%を含む白金ロジウム合金
R	ロジウム13%を含む白金ロジウム合金	白金
S	ロジウム10%を含む白金ロジウム合金	白金
N	ニッケル、クロム及びシリコンを主とした合金	ニッケル及びシリコンを主とした合金
K	ニッケル及びクロムを主とした合金	ニッケルを主とした合金
E	ニッケル及びクロムを主とした合金	銅およびニッケルを主とした合金
J	鉄	銅およびニッケルを主とした合金
T	銅	銅およびニッケルを主とした合金

JIS規定以外の実用されている熱電対

名称	構成材料		常用限度 (°C)	過熱使用 限度(°C)	特 徴
	＋ 脚	－ 脚			
N マイクロシル /ナイシル (Nicrosil /Nisil)	Cr 14.2 %	Cr 0.02 %	1250°C	1300°C	耐酸化性が優れている。 (K熱電対の数倍) ショートレンジオーダリング による誤差が生じない。 磁界の影響なし。
	Si 1.4 %	Si 4.4 %			
	Fe 0.15 %	Fe 0.15 %			
	C 0.05 %	C 0.05 %			
	Ni Ba L	Mg 0.05~0.2% Ni Ba L			
イリジウム ・ロジウム	ロジウム40%を含む イリジウム合金	イリジウム	2000°C	2100°C	やや酸化性雰囲気に適する。 イリジウムの蒸発による汚染 がある。
	ロジウム50%を含む イリジウム合金	イリジウム			
タングステン ・レニウム	イリジウム40%を含 イリジウム合金	イリジウム	2700°C	3000°C	還元性雰囲気、不活性気体、 機械的振動・衝撃に弱い。 酸化雰囲気使用不可 不活性気体・水素ガスには 適する。
	レニウム 5%を含む タングステン合金	レニウム26%を含む タングステン合金			
	レニウム 3%を含む タングステン合金	レニウム25%を含む タングステン合金			
	タングステン 合金	レニウム26%を含む タングステン合金			

精度

3.2 熱電対センサの精度

熱電対センサを温度センサとして他のセンサと比較したときに特に注意すべき点は、測温抵抗体やサーミスタ素子自身の特性が直接絶対温度に変換できるのに対して熱電対は、あくまで相対温度にしか変換できませんので、熱電対の基準となる温度（冷接点）の精度も同時に加味されなければなりません。

アイスボックス等を用意して安定した冷接点を使用した場合は、冷接点の精度を容易に±0.1℃程度に押さえる事ができますが、冷接点補償器内蔵型の計測器や制御装置を使用する場合には、その装置の冷接点補償精度を十分検討する必要があります。

<ワンポイント>

安定した雰囲気中では、非常に高精度な性能を示す冷接点補償回路でも、ひとたび現場の雰囲気にならしますと、全く不安定な指示を示すことが良くあります。これは、冷接点補償用に通常サーミスタや測温抵抗体を使用しますが、これらの素子と熱電対における真の冷接点とが十分熱的に結合されておらず、外部の環境（気温の変化や風）に簡単に影響されてしまうからです。

許容差

JIS C 1602-1995

種類	分類	クラス1	クラス2	クラス3
B	温度範囲	-	-	600℃以上800℃未満
	許容差	-	-	±4℃
	温度範囲	-	600℃以上1700℃未満	800℃以上1700℃未満
	許容差	-	±0.0025・ t	±0.005・ t
	旧階級	-	-	0.5級
R S	温度範囲	0℃以上1100℃未満	0℃以上600℃未満	-
	許容差	±1℃	±1.5℃	-
	温度範囲	-	600℃以上1600℃未満	-
	許容差	-	±0.0025・ t	-
	旧階級	-	0.25級	-
N	温度範囲	-40℃以上+375℃未満	-40℃以上+333℃未満	-167℃以上+40℃未満
	許容差	±1.5℃	±2.5℃	±2.5℃
	温度範囲	375℃以上1000℃未満	333℃以上1200℃未満	-200℃以上-167℃未満
	許容差	±0.004・ t	±0.0075・ t	±0.015・ t
	旧階級	-	-	-
K	温度範囲	-40℃以上+375℃未満	-40℃以上+333℃未満	-167℃以上+40℃未満
	許容差	±1.5℃	±2.5℃	±2.5℃
	温度範囲	375℃以上1000℃未満	333℃以上1200℃未満	-200℃以上-167℃未満
	許容差	±0.004・ t	±0.0075・ t	±0.015・ t
	旧階級	0.4級	0.75級	1.5級
E	温度範囲	-40℃以上+375℃未満	-40℃以上+333℃未満	-167℃以上+40℃未満
	許容差	±1.5℃	±2.5℃	±2.5℃
	温度範囲	375℃以上800℃未満	333℃以上900℃未満	-200℃以上-167℃未満
	許容差	±0.004・ t	±0.0075・ t	±0.015・ t
	旧階級	0.4級	0.75級	1.5級
J	温度範囲	-40℃以上+375℃未満	-40℃以上+333℃未満	-
	許容差	±1.5℃	±2.5℃	-
	温度範囲	375℃以上750℃未満	333℃以上750℃未満	-
	許容差	±0.004・ t	±0.0075・ t	-
	旧階級	0.4級	0.75級	-
T	温度範囲	-40℃以上+125℃未満	-40℃以上+133℃未満	-67℃以上+40℃未満
	許容差	±0.5℃	±1℃	±1℃
	温度範囲	125℃以上350℃未満	133℃以上350℃未満	-200℃以上-67℃未満
	許容差	±0.004・ t	±0.0075・ t	±0.015・ t
	旧階級	0.4級	0.75級	1.5級

常用限度

3.3 シース熱電対

シース熱電対は、保護管に相当する金属シース中に高い圧力で無機絶縁物が充填されており、最小曲げ半径がシース外径の5倍の長さまでは自由に曲げることができます。

先端まで自由に曲げられ、耐熱性、耐震性にすぐれているなどの特長があり、計測用温度センサーとして最も普及しております。

シース型熱電対は、φ0.5、φ1.0、φ1.6、φ2.3、φ3.2、φ4.8、φ6.4、φ8.0の外径のものが良く使用されます。

先端部の測温接点の形状には、接地形、非接地形、および露出型があり、ほとんど場合は非接地型で対応できますが、特に応答性を重要視する場合には接地型、また、ガス・空気温度計測の場合は露出型が適しております。

常用使用温度限界は、シース熱電対の記号、金属シースの外径、金属シースの材質別に分類しますと下記のようになります。

常用温度限界

JIS C 1602-1995

記号	シース外径 mm	常用限度 °C	
		SUS316	インコネル
SN	0.5	600	
	1.0、1.5、1.6、2.0	650	
	3.0、3.2	750	
	4.5、4.8	800	900
	6.0、6.4	800	1,000
	8.0	900	1,050
SK	0.5	600	
	1.0、1.5、1.6、2.0	650	
	3.0、3.2	750	
	4.5、4.8	800	900
	6.0、6.4	800	1,000
	8.0	900	1,050
SE	0.5	600	
	1.0、1.5、1.6、2.0	650	
	3.0、3.2	750	
	4.5、4.8	800	900
	6.0、6.4	800	900
	8.0	900	900
SJ	0.5	400	
	1.0、1.5、1.6、2.0	450	
	3.0、3.2	650	
	4.5、4.8	750	
	6.0、6.4	750	
	8.0	750	
ST	0.5	300	
	1.0、1.5、1.6、2.0	300	
	3.0、3.2	350	
	4.5、4.8	350	
	6.0、6.4	350	
	8.0	350	

絶縁抵抗

シース熱電対の絶縁抵抗は下記の通りです。

金属シースの外径mm	特性
0.5、1.0、1.5、1.6、2.0	20MΩ/100V DC 以上
3.0、3.2、4.5、4.8、6.0 6.4、8.0	100MΩ/500V DC 以上

レスポンス

シース熱電対センサも他のセンサと同様にシース外径によってその応答時間が異なります。細いものほど応答性良いのですが反面機械的振動や衝撃に弱く高温での耐久性も劣りますので、バランス良く選択することが必要です。

シース熱電対の応答時間（90%応答）

シース外径	接地型（秒）	非接地型（秒）
0.5	0.1	0.1
1.0	0.2	0.3
1.6	0.4	0.6
2.3	0.7	1.1
3.2	1.1	1.4
4.8	1.9	3.2
6.4	3.2	6.4
8.0	5.7	11.3

上記試験は、室温（25℃）にセンサを馴染ませた後、100℃沸騰水中に投入した場合の90%応答の応答時間を示します。

3.4 N型熱電対

工業用熱電対温度センサの歴史は古く熱電対センサの種類も多く成熟した温度センサであり、なかでもK熱電対が温度範囲や安定性が他の熱電対に比べて優れていることから、現在最も頻繁に使用されています。しかしながら近來温度制御の要求精度が高くなり、また計測装置の性能も向上し一部の業界においては、Kよりもより高性能な熱電対の需要が高まってきました。

1972年にN（ナイクロシルーナイシル）熱電対が発表されてからN熱電対は少しづつ注目されるようになり、弊社においてもその優れた性能については評価してきましたが、1980年代まではあまりその必要性を現場で認めていなかったのが実態です。

ところがある熱処理工場で使用されているシース型K熱電対が、常用温度限界以下の温度で使用しているにも関わらず不安定な特性を示すとの報告を受け、詳しく調査した所、1000℃を越える使用ではK熱電対は明らかに実用的な精度を維持できないことが理解できました。

また1000℃から1200℃においてN熱電対はR熱電対に匹敵する性能を示す事も認識でき、弊社におきましても今後ともより積極的に対応したいと考えております。

使用温度	K熱電対	N熱電対
200℃以下	磁界の影響を受ける。	磁界の影響をうけない。
250℃～550℃	ショートレンジ・オーダーリングによる誤差が発生する。	Kの1/10程度でありほとんど無視できる。
1000℃	内部酸化による熱起電力の劣化。	Kよりも格段に耐性がある。

ショートレンジ・オーダーリング（短範囲規則格子変態）は、規則格子の構造的変化と電子スピン現象による電気的変化が原因と考えられ、K熱電対の+側素子で発生します。N型熱電対では、その不安定性の原因となっているクロムの含有量を押さえることで解決しています。

使用温度範囲
上記比較表からも明らかなようにN型熱電対は、全温度範囲に渡ってRやSなどの貴金属熱電対を除く他のどの熱電対よりも優れており、また温度範囲も広くなっております。
下表に使用温度限界を示します。

シース径	単位：℃						
	0.5	1.0	1.6	3.2	4.8	6.4	8.0
常用温度限界	800	900	1000	1100	1100	1150	1150
最高温度限界	850	950	1050	1150	1150	1200	1200

4 補償導線

熱電対温度センサを使用する場合には、センサを直接計器に接続するのが最も良いのですが、計器と計測場所が離れている場合には、通常各熱電対の種類に対応した補償導線が使用されます。

4.1 精密級と補償級

補償導線を大きく分類しますと、熱電対と同一材料を使用したエクステンション型（延長型）と、熱電対に近い特性を持つ廉価な材料を使用したコンベンション型（補償型）とに分けられます。経済性を優先する場合には、従来からコンベンション型が良く使われてきましたが、最近では、エクステンション型の需要が伸び価格も手頃なレベルに下がり、一部にはコンベンション型よりも経済的であるエクステンション型の商品もでき、また計測精度の高精度化の要求から、エクステンション型の補償導線も頻繁に使われるようになりました。精度面ではエクステンション型の方が優れておりますので、価格を充分調査された上で検討される事をお勧め致します。コンベンション型であるVXを100℃から150℃雰囲気中で使用しますと約10℃の誤差変動が発生する事があります。これは、計測器や測温用熱電対の精度をいくら向上させても、補償導線の選択・使い方次第で簡単に誤差が発生してしまう事を意味します。

エクステンション型には、NX、KX、EX、SX、JX及びTXがあり、コンベンション型には、BC、RCA、RCB、SCA、SCB、KCB、及びKCCがあります。KX（エクステンション型）、KCB（コンベンション型）及びKCC（コンベンション型）の使用温度範囲別によって発生する誤差を次に示します。

使用環境温度	0～50℃	50℃～100℃	100℃～150℃
KX	+0.8℃	+1.2℃	+1.9℃
	-0.8℃	-1.8℃	-1.9℃
KCB	-0.0℃	+1.0℃	+4.0℃
	-1.3℃	-1.3℃	-1.2℃
KCC	-0.0℃	-2.3℃	+6.0℃
	-4.0℃	-4.8℃	-4.1℃

4.2 補償導線の種類

各種補償導線の諸特性について、下表を参照下さい。

適用 熱電対	芯線の種類		記号	旧記号
	+側芯線	-側芯線		
B	銅	銅	BC	BX
R	銅	銅及びニッケルを主とした合金	RCA	RX
	銅	銅及びニッケルを主とした合金	RCB	RX
S	銅	銅及びニッケルを主とした合金	SCA	SX
	銅	銅及びニッケルを主とした合金	SCB	SX
N	ニッケル及びクロムを主とした合金	ニッケル及びシリコンを主とした合金	NX	-
	銅及びニッケルを主とした合金	銅及びニッケルを主とした合金	NC	-
K	ニッケル及びクロムを主とした合金	ニッケルを主とした合金	KX	KX
	鉄	銅及びニッケルを主とした合金	KCA	WX
	銅	銅及びニッケルを主とした合金	KCB	VX
E	ニッケル及びクロムを主とした合金	銅及びニッケルを主とした合金	EX	EX
J	鉄	銅及びニッケルを主とした合金	JX	JX
T	銅	銅及びニッケルを主とした合金	TX	TX

4.3 補償導線の精度

種類 記号	旧記号	許容差		補償接点温度 ℃
		クラス1	クラス2	
BC	BX	-	-	0~+100
RCA	RX	-	±30	0~+100
RCB	RX	-	±60	0~+200
SCA	SX	-	±30	0~+100
SCB	SX	-	±60	0~+200
NX	-	±60	±100	-25~+200
NC	-	-	±100	0~+150
KX	KX	±60	±100	-25~+200
KCA	WX	-	±100	0~+150
KCB	VX	-	±100	0~+100
EX	EX	±120	±200	-25~+200
JX	JX	±85	±140	-25~+200
TX	TX	±30	±60	-25~+100

単位
μV

■ KCB (IBVX) 補償導線

KCB補償導線は、+側に銅、-側に銅ニッケル合金を使用しており上記表からも明らかなようにすべての温度域に渡ってあまり良い性能を示していません。また価格的にもKCBとほとんど変わらないようになってきていますので、あまり使われなくなってきております。新規採用はお控え下さい。

■ KCA (IBWX) 補償導線

KCA補償導線は、+側に鉄、-側に銅ニッケル合金を使用しており使用温度が、50℃以下の場合においては、KX補償導線とくらべて大差はないので、比較的安定した雰囲気中で使用しかつ高精度が要求されない場合には、実用に耐えられます。

備考

補償導線の記号について

補償導線の記号の最初には、使用される熱電対の種類が記載されており次に補償導線である事を意味する“X”が続きます。更に使用温度範囲を分類しており、一般用は“-G”、耐熱用は“-H”と記載されます。許容差による区分として精密級の場合には末尾に“S”をつけ、普通級の場合には記号を付けません。

補償導線による誤差例

計測温度	100℃	400℃	800℃
KX	±3.3℃	±3.8℃	±6.8℃
KCA	+2.5、-3.8	+2.7、-4.3	+5.7、-7.3
KCB	+2.5、-4.7	+0.8、-7.0	+3.8、-11.0

一般工場・作業雰囲気にて0.75級熱電対使用（雰囲気温度0℃~50℃）の場合冷接点補償精度は含まれていません。

ガラス被覆 導線の弱点

4.4 ガラス被覆の弱点

絶縁抵抗		単位：MΩ・km	
使用区分	記号	絶縁材料	絶縁抵抗値
一般用	G	ビニル系	500
耐熱用	H	ガラス系	5
高耐熱用	S	四ふつ化エチレン系	500

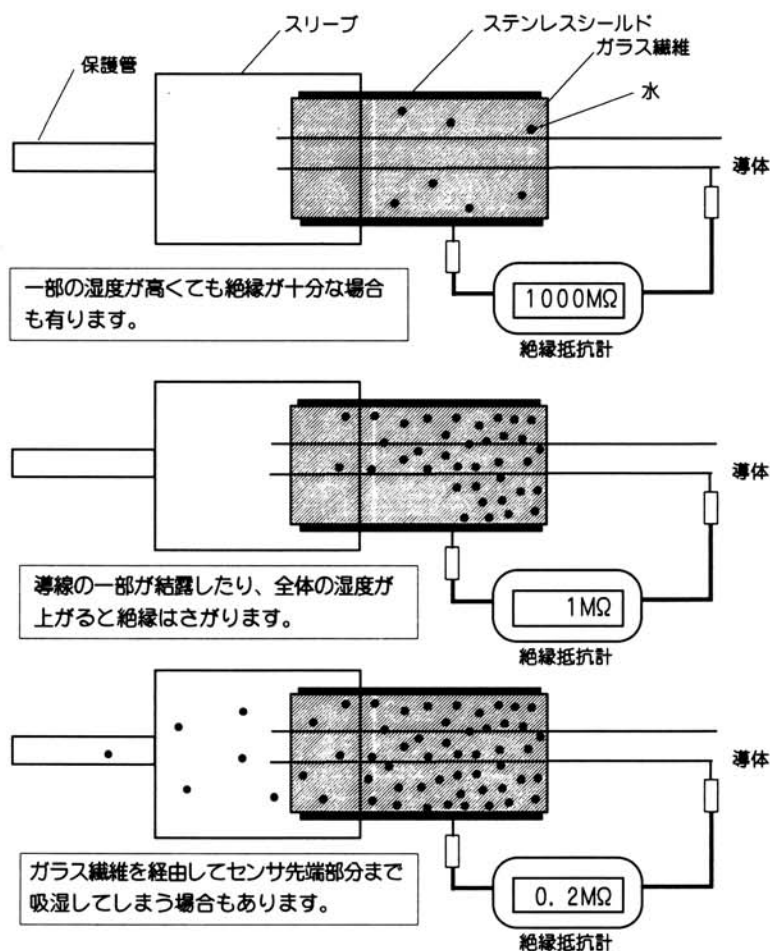
◇ ガラス被覆の絶縁について

一般にガラス被覆と称される導線は、導体部分の絶縁材料として細かいガラス繊維を織った材料を使用しており、ビニル等の絶縁材料に比べて耐熱性が良い反面、水分を積極的に吸収する吸湿性があるので、高湿雰囲気中での絶縁が悪くなる欠点を持っております。

この特性を改善すべく、従来よりシリコンワニス等の防湿材料を表面に塗布して対策はされておりますが、導線のわずかの変形、温度変化、経年変化等により、ガラス繊維の絶縁特性は、その基本的な特性によって、他のビニル、テフロン、シリコン等の絶縁材料に比べて非常に劣っております。

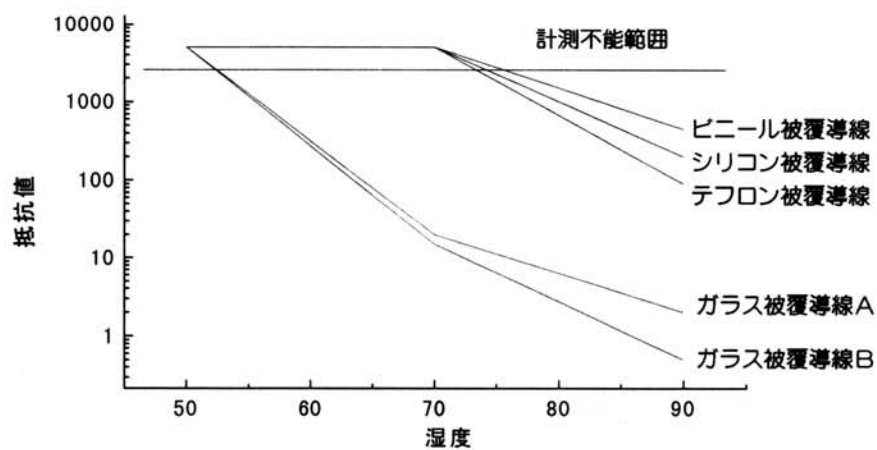
◇ シールドによる抵抗低下

ガラス被覆にステンレスシールドを更にかぶせた構造の導線は、特に絶縁抵抗が下がる構造となっており、導線が長ければ長いほど、抵抗値は比例して低くなります。



他の被覆導線との比較 (参考)

弊社にて各種導線 (シールド付) の湿度変化による絶縁抵抗値の変化を計測した結果を次に示します。



ご注意

本データは、参考として掲載されたもので、仕様、性能を保証するものではありません。

種 類

5 白金測温抵抗体

5.1 白金測温抵抗体の種類

金属の抵抗値が温度によって変化する特性を利用して比較的安定した金属である白金を温度センサとして使用しています。

JIS C 1604に規定されている測温抵抗体は、0℃における抵抗値100Ωの白金測温抵抗体のことで、規準抵抗素子のR100/R0値、階級、規定電流、使用温度区分及び導線形式により、次のように分類されます。

白金測温抵抗体の種類

記号	R100/R0値	階級	使用温度区分
Pt100	1.3851	A級/B級	L -200~100℃
			M 0~350℃
			H 0~650℃

規定電流には、0.5mA、1mA、および2mAがあります。

R100、R0はそれぞれ100℃、0℃における抵抗値。

廃止品 (メンテナンス目的にのみ適用)

記号	R100/R0値	階級	使用温度区分	導線形式
JPt100	1.3916	A級/B級	L -200~100℃	2線式 (A級不可)
			M 0~350℃	3線式
			H 0~650℃	4線式

定格電流には、1mA、2mA、および5mAがあります。ただし5mAにはA級はありません。R100、R0はそれぞれ100℃、0℃における抵抗値。

5.2 白金測温抵抗体の精度

白金測温抵抗体は、その精度によってA級、B級の2種類に分類されます。

A級・B級の規定

階級	許容差
A級	測定値の0.2% ± 0.15℃
B級	測定値の0.5% ± 0.3℃

精 度

実用許容差表

測定温度	A級		B級	
	温度	抵抗値	温度	抵抗値
-200℃	±0.55℃	±0.24Ω	±1.3℃	±0.56Ω
-100℃	±0.35℃	±0.14Ω	±0.8℃	±0.32Ω
0℃	±0.15℃	±0.06Ω	±0.3℃	±0.12Ω
100℃	±0.35℃	±0.13Ω	±0.8℃	±0.30Ω
200℃	±0.55℃	±0.20Ω	±1.3℃	±0.48Ω
300℃	±0.75℃	±0.27Ω	±1.8℃	±0.64Ω
400℃	±0.95℃	±0.33Ω	±2.3℃	±0.79Ω
500℃	±1.15℃	±0.38Ω	±2.8℃	±0.93Ω
600℃	±1.35℃	±0.43Ω	±3.3℃	±1.06Ω
650℃	±1.45℃	±0.46Ω	±3.6℃	±1.13Ω
700℃	-	-	±3.8℃	±1.17Ω
800℃	-	-	±4.3℃	±1.28Ω
850℃	-	-	±4.6℃	±1.34Ω

5.3 導線

■ 白金測温抵抗体の導線

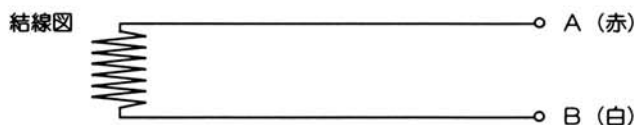
白金測温抵抗体の抵抗値変化は微妙であり0℃近辺で1Ωの変化が2.5℃の温度変化として検出されます。従って素子から計測器まで接続する導線が長い場合、導線の抵抗値は決して無視できませんので通常、導線の抵抗値を計測器側で補正するために3線式または4線式の白金測温抵抗体センサが使用されます。

導線の種類には、2導線式、3導線式、4導線式があります。

結線方式

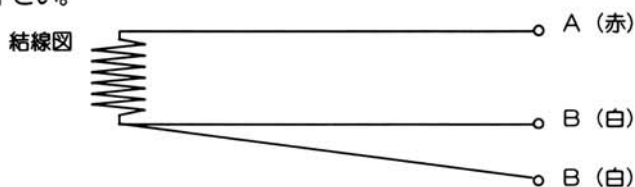
■ 2導線式

外部導線の抵抗値は、抵抗素子の抵抗値に加算されて受信器の入力となりますので、外部導線の抵抗値を正確に調べて補正しなければなりません。周囲温度の変化によって外部導線の抵抗値も影響を受けることもあり、正確な温度測定は期待できません。



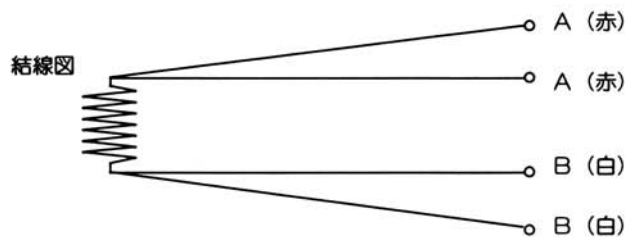
■ 3導線式

もっとも広く使用されている方式で、通常計測器に内蔵する補正機能により、500m程度までの長さであれば、導線の抵抗値分が自動的に補正され、2導線式よりも高精度な測定が可能です。ただし、3本の導線抵抗はそれぞれの抵抗値が等しくなければなりませんので、仕様の異なる電線を使わないで下さい。



■ 4導線式

計測器の補正機能により導線抵抗の影響は完全に除去できますので、高精度の温度測定が可能です。



6 保護管

6.1 保護管とウエル

保護管とウエルをまとめて保護管と分類する場合がありますが、弊社では、次の通り保護管とウエルを区別して分類しています。

■ 保護管

保護管は、検出素子などを保護する目的で温度センサーと一体構造として製作され、一般にはJIS C 1602、1604、1611に規定しているものを言い、金属又は非金属性のパイプの一端を封じ内部に素子を封じ込めた構造のものです。

■ ウエル

ウエルは、機械や各種プラント配管などに温度センサーとは分離できる形で取付けられ、運転中にサーモウエルは取り付けたままで、温度センサーの交換ができます。サーモウエルは、主に金属棒材を機械加工して作られ、検出素子または温度センサーを測定箇所の環境条件から受ける外力や腐食性雰囲気などから保護するために用いられます。ウエルは、サーモウエルと呼ばれる事もあります。

金属保護管

6.2 金属保護管付熱電対

高温計測用として保護管が良く使用され主なセンサとして熱電対が使用されます。

代表的な保護管型熱電対は、熱電対素線の先端部を溶接してその+側と-側を耐熱絶縁物で絶縁して、ステンレスパイプ等で保護したものです。

測温接点以外の部分での熱電対素線相互間の短絡防止と、熱電対素線と保護管との間の短絡防止用として、JIS

R 1402 に規定されている熱電対用非金属絶縁管などを用いるのが一般的です。弊社では、ステンレス保護管を標準として扱っております。右表に記載されている保護管については、ご相談下さい。

保護管付き熱電対の応答時間（90%応答）

保護管外径	応答時間	熱電対素線径
Φ12	4分10秒	Φ1.0
Φ22	18分54秒	Φ3.2

上記試験は、室温（25℃）にセンサを馴染ませた後、800℃加熱炉に投入した場合の90%応答の応答時間を示します。

保護管材質：SUS304

オーステナイト系ステンレス鋼

記号	常用限度℃	特徴
SUS304	800℃	最も広く普及しており、径の種類も豊富。
SUS304L	800℃	SUS304の種低炭素鋼で、耐粒界腐食性に優れている。
SUS310S	1000℃	耐熱鋼として使用される。硫化物に弱い。
SUS316	800℃	304よりも優れた耐食性があり、304について普及している。
SUS316L	800℃	SUS316の種低炭素鋼で、耐粒界腐食性に優れている。
SUS317	800℃	316より耐孔食性が優れている。

インコネル

記号	常用限度℃	特徴
NCF600	1050℃	高温酸化・還元性雰囲気中での耐食性に優れている。
NCF800	1000℃	耐浸食性・耐食性が優れている。

非金属保護管

6.3 非金属保護管

一般に使用されている金属保護管はほとんど1000℃未満の範囲で使用されておりそれ以上の高温の場合には、融点の高いアルミナを主成分とするアルミナ管やムライト管が使用されます。下記の3種類の非金属保護管が一般的に良く使用されております。

非金属保護管の材質と耐熱温度

	高純度アルミナ管	アルミナ管	ムライト管
主材質	Al ₂ O ₃ 99.7%	Al ₂ O ₃ 60%	3Al ₂ O ₃ ・2SiO ₂ --
常用使用温度	1800℃	1600℃	1500℃
熱伝導度 kal/mh℃	15.4	1.7	2.0

これらの非金属保護管は、機械的な衝撃だけでなく急激な加熱・冷却などの熱的衝撃にも弱いので設置の際の予熱や、取りはずしの際の自然冷却などを施す必要があります。

6.4 保護管の選択

保護管は感温素子を被測定物や使用雰囲気が悪環境から、機械的・化学的に保護するために使用されるので、当然その保護管は過酷な条件にさらされるので、材質・形状の選定の際には次のことに注意すべきです。

- 耐熱温度に余裕はあるか。
- 腐蝕に対して耐えられる材質であるか。
- 機械的強度（耐振性・耐応力性・耐圧性）は十分か。
- 熱的ショック（急加熱・急冷却）はあるか。
- 応答速度は満足できるか。
- 万一破壊時にプロセスへの影響を考慮したか。

ノイズ

7 ノイズ対策

7.1 ノイズの種類

温度計測を行う際には、通常熱電対、測温抵抗体およびサーミスタを使用しますが、これらの素子のほとんどは出力が微小である事が多く常にノイズの影響を受けています。一般に必要な温度情報以外に外部の影響を受けて不都合な情報が重畳してきており、この不都合な情報の事をノイズと呼びます。ノイズにも自然から発生するものと、人工的な機器や活動から発生するものがありますが、通常温度計測の場合には、人工的なノイズが問題となりその代表的なものには、次のようなものが挙げられます。

- 送配電線の誘導（ハム）
- 開閉接点（リレー、スイッチ等）の過渡現象、放電
- モーターのブラシ放電
- 高周波誘導加熱装置、アーク溶接、および放送電波等からの誘導

ノイズには平衡モードノイズ（コモンモードノイズ）と不平衡モードノイズ（ノーマルモードノイズ）がありますが、これらの詳細については是非専門書を参照ください。

7.2 ノイズ除去

センサからの温度情報に、センサや導線から重畳してくるノイズや計測機器やその電源から侵入してくるノイズを除去するには、できるだけ計測機器の入力手前でノイズの重畳を防ぐ事と計測機器の電源には、ノイズの混入していない安定した回路を選ぶ事が大切です。

次にノイズ対策の一般的な手法について示しますが、これらの手法は万能ではない事をご理解ください。時には、原理・原則を無視した対策が効果をあげることもあり、ノウハウの蓄積がノイズ対策の重要な要素となっている事も事実であります。

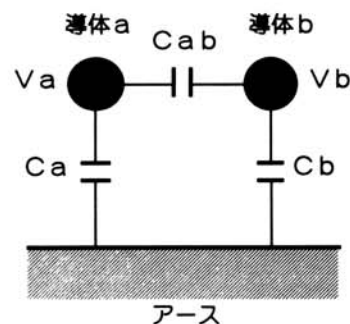
ノイズ対策のもっとも一般的なものとしてシールドがあり、さらに静電シールドと電磁シールドとに分類されます。

静電シールド

7.3 静電シールド

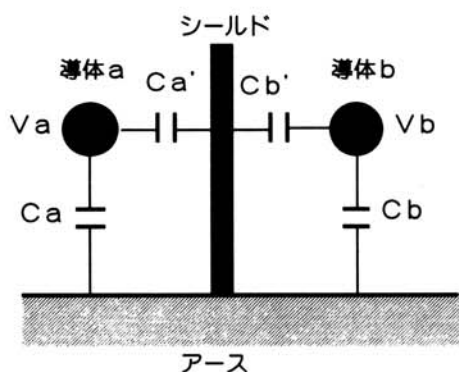
2つの導体が存在する際、その両者間には必ず静電容量が存在しそれによって静電誘導が発生します。（Cカップリング）

右図のようにVaとVbが存在しそれらの静電容量をそれぞれCa、Cb、Cabとすると、

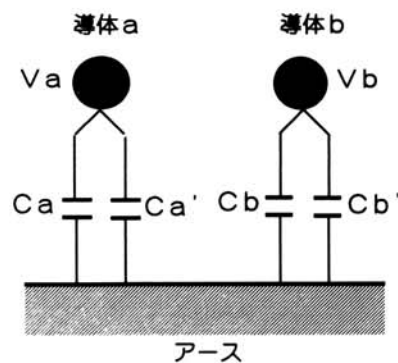


$$V_a = \frac{C_a}{C_b + C_b} V_b \quad \text{となります。}$$

このVaができるだけ小さくなるように、導体ab間に静電シールドを施します。



静電シールドを施した場合



静電シールド等価回路

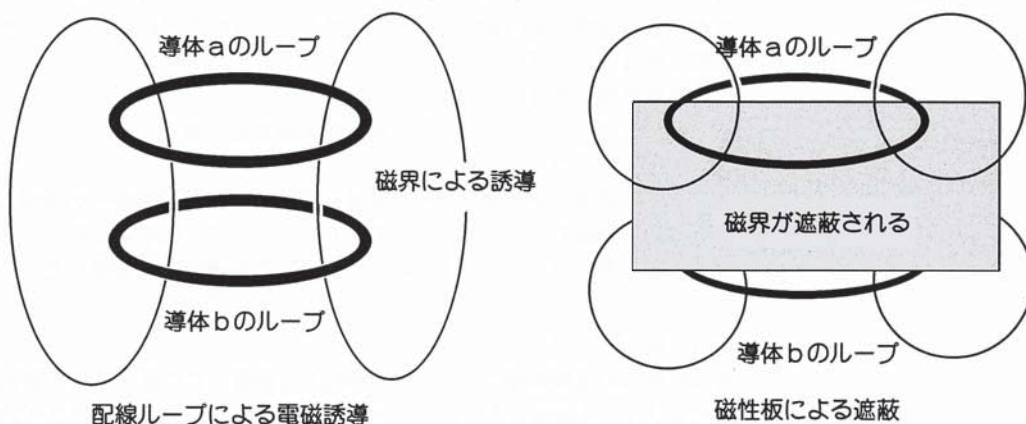
上記等価回路からも明らかなように、静電シールドを施すと導体aはアースにのみ影響され、導体bの影響を受けることがなくなります。ここで注意すべき点は、いくらシールドをつけてもシールド（遮蔽板）がアースされてなければ、まったく意味がない事です。また、アースが不安定なアースであれば、その影響を受ける事も忘れてはなりません。

静電シールドにはアースが不可欠です。

電磁シールド

7.4 電磁シールド

電磁シールドは、配線する際にやむえず配線ループを作ってしまう時に、ループ内に磁界が通過して電磁誘導を起こします。したがって磁界を遮断するために磁気テープ等を巻き付けてやれば良いようです。しかし実際には、配線時にループを作らないように心掛けるのが最も一般的でかつ実用的な対策です。



前項の静電シールドでは、アースをとる事が不可欠ですが、その際アースを含めた回路においてループを作らないことがとても大切です。2ヶ所以上でアースをとりますとその間に電流が流れ電磁誘導が発生します。したがってアースは1ヶ所をとる事が大切です。このことは、一般に「1点アースの原則」と呼ばれています。

7.5 ノイズフィルタ

ノイズ対策で最も大切な事は、ノイズの発生・侵入を押さえる事ですが、それでも侵入してしまったノイズに対してはノイズフィルタが使用されます。ほとんどの場合には、計測機器や制御機器の回路に既に組み込まれている場合が多いので、機器側で対応しきれない場合に付加する形になります。不用意にフィルタを挿入しますと共振したり誘導を受けやすくなったりしますので、専門的な知識が必要です。

- 一般にフィルタには、
- C型フィルタ
 - LC型フィルタ
 - フェライトリング
 - 中和トランス

等があります。詳細については、専門書を参照ください。

保管・設置

8 保守

8.1 保管・設置

温度センサーは一般に検出素子を絶縁して保護管で保護されていますが、振動や衝撃に弱く、材質によっては、常温にて簡単に壊れてしまうものもあります。

運送する場合や、保管・取付時はもちろんの事、使用時に振動や衝撃を与えないよう、充分注意して取扱う必要があります。

運送時は、衝撃を吸収できる梱包材等を使用して下さい。特に非金属（アルミナ）の保護管は少しの応力で亀裂が生じたり折れたりしますので、保護管に応力がかからないように注意して下さい。

長期保管する場合には、乾燥した温度変化の少ない場所で保管して下さい。特に、周囲の温度変化による結露によって引き起こされる端子部分の腐食は、センサの性能を著しく損ないます。ねじを使用してプロセスへ接続する場合は、特にねじ部の保護や振動の集中・ねじの締め過ぎ等注意が必要です。

エポキシ樹脂の吸湿性

スリーブ型センサの導線とセンサ引出し線との接続部には、エポキシ樹脂を充填しておりますが、このエポキシ樹脂は、湿度が高い場所に保管された場合の吸湿は避けられません。

この吸湿量が大きくなりますと、センサ使用時スリーブが急激に暖められた場合、急激に水蒸気化してセンサ全体の絶縁抵抗を著しく下げたしまい誤動作の原因となる事もあります。

点検

8.2 点検

温度センサは、常に環境変化の影響を受けており、特に苛酷な環境下での使用に際しては、定期的な点検が必要となります。例えばセンサが半断線状態になっておりますと、実際の温度よりも高く表示されたり（熱電対・測温抵抗体の場合）、低く表示されたり（サーミスタの場合）する場合があります、ノイズ等による誤差と混同されやすいので注意が必要です。また長期に渡って使用される場合には、使用環境だけでなく測定対象物の温度や粘性等も変わっている場合もあるので、仕様についても定期的に検討する必要があります。

主な点検項目は下記の通りです。

点検項目

表示の確認：	不安定な表示（センサ出力）をしている場合は、断線・接続不良・絶縁不良等の可能性があるため、速やかに調査します。
端子の確認：	端子部分や接続部分が腐食している場合は、腐食の原因を調査して速やかに対策を施します。端子のゆるみがないか確認します。
設置の確認：	センサが確実に固定されているか、また挿入長は充分なのか確認します。
測温部の清掃：	測温部分（保護管も含む）に熱を遮断する固形物（スラッジ、スス等）が付着している場合は、取り除きます。
絶縁抵抗の確認：	長期の使用に際し、センサの絶縁抵抗が低下してきて、誤差の原因となる場合があるので、絶縁抵抗が充分満たされているか確認します。
電流値の確認：	測温抵抗体やサーミスタは電流を流して計測されており、供給電流が変化しますと誤差となって表示される場合がありますので、初期設定値通りであるかどうか確認します。

校正

8.3 校正

いずれの温度センサも長期の使用や、熱サイクルの経験後、個々によって大小はありますが、特性が変化してまいります。従いまして、温度計測の信頼性を維持するためには、上記点検とは別に定期的に校正する必要があります。校正周期は、個々の計測条件や環境によって大きく異なりますので、それぞれ各条件を充分検討した上で決める必要がありますが、特に高精度な計測が要求されない場合は、半年・1年周期で行う事をお勧め致します。

校正手法には、現場に基準センサを持ち込み現場にて比較検定する手法と、基準センサや定点装置が設置してある部屋へ持ち込み、比較検定または定点検定を行う手法があります。

主な校正項目

- 1 所定の温度における熱起電力または抵抗値

- 2 所定の温度における絶縁抵抗（絶縁抵抗は、温度依存性があります。）
- 3 耐圧検査（通常使用雰囲気圧力の2倍圧にて検査、可能なら所定の温度にセットして検査したほうが良い。）
- 4 外観・形状（傷や変形）

校正方法

熱電対、測温抵抗体及びサーミスタの校正方法については種々専門書に詳しく記述されていますので、このセクションでは、代表的な方法を簡単に記載いたします。詳しくは、専門書をご参照下さい。

熱電対の校正

定点法の場合

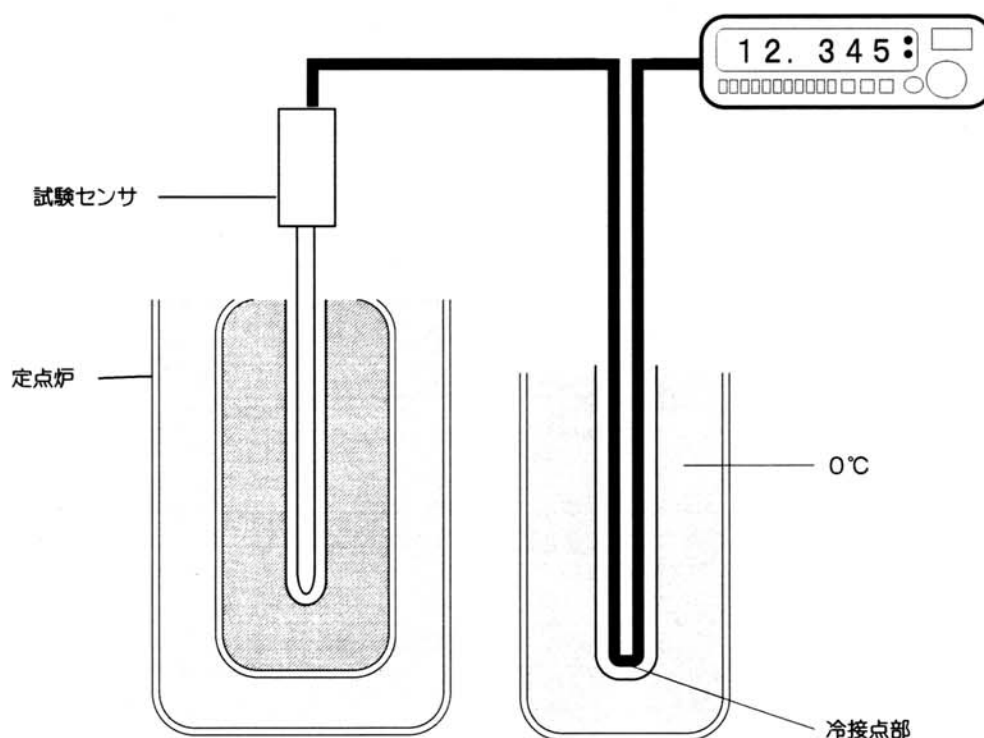
イ) 冷接点用氷点の製作

熱電対を校正するには、冷接点用部分を挿入する容器を準備しなければなりません。

魔法瓶のように断熱性が良く、しかもできるだけ大きな容器を用意して、氷を雪のようにできるだけ細かく砕き、0℃に近い水を氷の表面にわずかに水が浸るくらい、少しずつ注ぎしばらく放置します。標準温度計等があれば、容器の内部温度を計測しておくとい良いでしょう。厳密には、純水等を使用して不純物が混入しないように工夫する必要がありますが、熱電対の校正用としては、上記内容にて製作すれば充分でしょう。

ロ) 結線

下図の如く結線し、しばらく放置して熱的に安定させます。



注意

校正する雰囲気は、十分に安定していなければなりません。

電圧計と冷接点の間の導線は、通常の電圧計測に使用する銅線を使い、熱電対線や補償導線は使用しないで下さい。

ハ) 冷接点及び被校正センサの設置

冷接点部分は、薄いビニールカゴムの袋で防水対策を施した上で使用して下さい。水が入りますと正確な計測はできません。

熱電対の冷接点部分（導線との接続部分）を氷の中に充分浸せて外部の温度の影響を受けないようにして下さい。浸せた後20分程度放置し安定させて校正を開始させて下さい。表面に水

が溜まって来た場合には、すくい取って下さい。 予め氷を余分にいれておくとも良いでしょう。被校正センサも定点炉に挿入して十分な時間をおいて計測を開始して下さい。 もちろん定点炉は既に充分安定している事が条件となります。電圧計の電源も投入しておいて下さい。

二) 校正

以上の準備が完了したならば、電圧計の表示を読みとり熱起電力表から該当する電圧の温度を読みとります。

定点炉の温度を基準にして読み取った温度の値が許容誤差範囲以内であれば合格です。 許容範囲以外の場合には、速やかにセンサを交換すると共に、センサの特性変化が不自然な場合には、状況等を弊社にご説明頂きご相談下さい。

比較法の場合

イ) 氷点・基準センサ

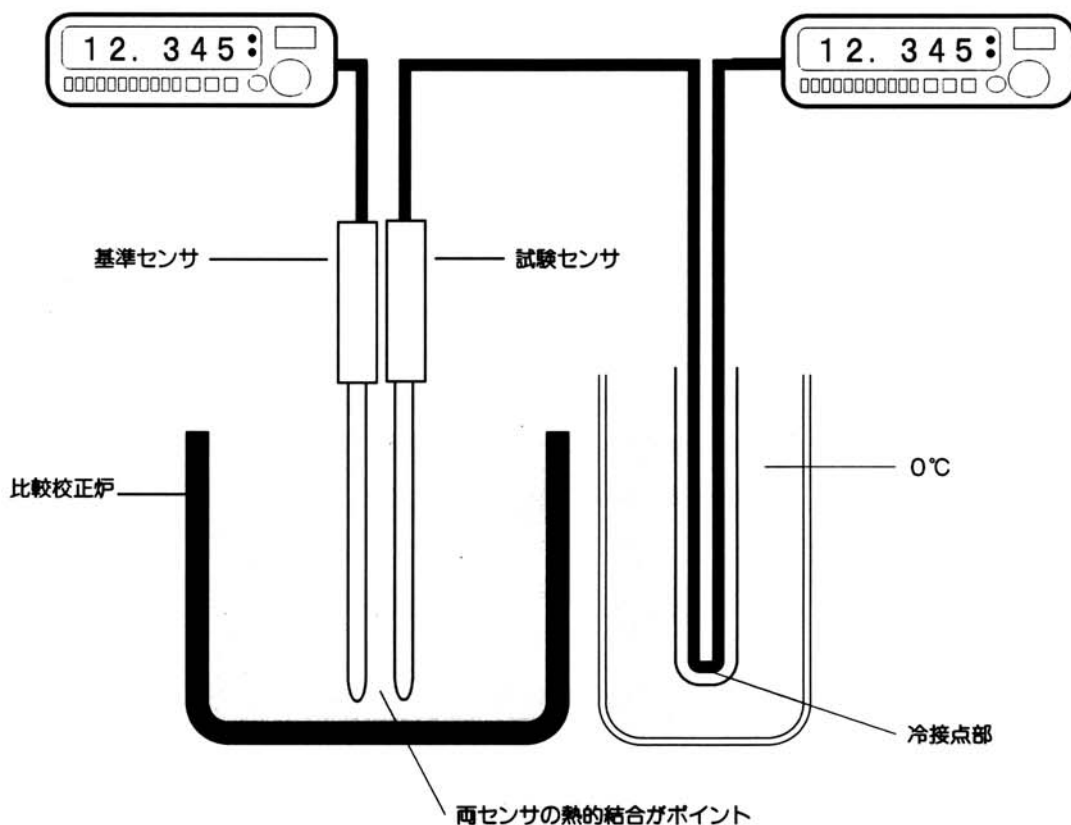
比較法の場合も定点法とほとんど同様な手順で校正を進めます。 電気的な結線はまったく同じですが、基準センサ用としてもう一組用意します。

基準用の冷接点は、被校正用として用意した容器に同様に設置します。

基準用センサの測温部分と被校正用センサの測温部分を両者一体にして銅線等で細かく巻き付け、充分熱的に結合しているようにして下さい。 両者の温度が違ってしまいますと、比較検定はできません。

ロ) 結線

下図の如く結線し、しばらく放置して熱的に安定させます。



トレーサビリティ

9 トレーサビリティ

9.1 概説

温度や重量のような物理量を計測する際、その計測された値が本当に正しいのか不安に感じた事があると思います。国家基準に準じているかいないかの目安として通常トレーサビリティという言葉を使います。トレーサビリティな温度計測とは、計測された温度値が確実に国家標準と、更に国際標準と結びつけられると言う事です。言い替えますと、お手元の温度計測装置（センサー含む）が、国際標準まで正しく結びつけがなされた上で温度計測が実行されていれば、「その温度計測はトレーサブル(Traceable)である」と言います。

一般には、「トレーサビリティがある」とか「トレーサビリティが確立されている」と表現されております。本章では、そのトレーサビリティについてももう少し詳しく掘り下げてみます。

9.2 温度標準

■ 国際実用温度目盛

約200年前にフランス革命委員会が計測標準の確立を掲げていらい着実に計測の標準化がなされており、現在それは国際単位系(SI)と言う形で確立されています。温度の標準は、水の3重点を基に定められており、温度の単位ケルビン(K)は、水の3重点の温度の $1/273.16$ であると定義されています。そしてすべての温度は、熱力学の法則によって導かれます。

しかしながら熱力学の法則を一般の産業活動の中で使用することはほとんど無く、温度の定義をもっと実用性のあるものとするために IPTS (International Practical Temperature Scale) 国際実用温度目盛が制定されました。この IPTS は国際間で通用すようになっており、私たちが通常使っている「トレーサビリティ」は、最終的には IPTS に結びついている事を意味します。

IPTS は何度か改訂を重ね現在では1990年1月1日に再改訂された、国際温度目盛 (ITS-90) が使われます。

温度標準

IPTS-68の定義	国際実用温度	
平衡水素の固相、液相及び気相間の平衡 (平衡水素の三重点) 33, 330. 6 Pa (25/27標準大気圧) の圧力における	13. 81K	-259. 34℃
平衡水素の液相と気相間の平衡 (平衡水素の三重点)	17. 042K	-256. 108℃
平衡水素の液相と気相間の平衡 (平衡水素の沸点)	20. 28K	-252. 87℃
ネオンの液相と気相間の平衡 (ネオンの沸点)	27. 102K	-246. 048℃
酸素の固相、液相及び気相間の平衡 (酸素の三重点)	54. 361K	-218. 789℃
アルゴンの固相、液相及び気相間の平衡 (アルゴンの三重点)	83. 798K	-189. 352℃
酸素の液相と気相間の平衡 (酸素の露点)	90. 188K	-182. 962℃
水の固相、液相及び気相間の平衡 (水の三重点)	273. 16K	-0. 01℃
水の液相と気相間の平衡 (水の沸点)	373. 15K	100℃
すずの固相と液相間の平衡 (すずの凝固点)	505. 1181K	231. 9681℃
亜鉛の固相と液相間の平衡 (亜鉛の凝固点)	692. 73K	419. 58℃
銀の固相と液相間の平衡 (銀の凝固点)	1235. 08K	961. 93℃
金の固相と液相間の平衡 (金の凝固点)	1337. 58K	1064. 43℃

豆知識

熱力学温度ケルビン

高精度な温度計が発明され、それらが次々と実用化されてきますと、それらの温度計をとりまとめる基準が必要となってきました。この基準として登場してのが国際温度目盛 (International Temperature Scale) であり、ITSと略して呼ばれています。ITSの温度単位は、摂氏でも華氏でもなく、熱力学の法則に則った熱力学温度目盛であり、一般にケルビンと呼ばれ単位としてKが使われます。0K (ゼロケルビン) は絶対零度と呼ばれ、これ以下の温度は存在しません。(0Kは-273℃です。)

ITS-90

ITS-90の定義			
物質	状態	国際実用温度	
ヘリウム	蒸気圧点	3~5K	-270.15°C~-268.15°C
平衡水素	三重点	13.8033K	-259.3467°C
平衡水素	蒸気圧点 または 気体温度計点	約17K	約-256.15°C
平衡水素	蒸気圧点 または	約20.3K	約-252.85°C
ネオン	三重点	24.5561K	-248.5939°C
酸素	三重点	54.3584K	-218.7916°C
アルゴン	三重点	83.8058K	-189.3442°C
水銀	三重点	234.3156K	-38.8344°C
水	三重点	273.16K	0.01°C
ガリウム	融解点	302.9146K	29.7646°C
インジウム	凝固点	429.7485K	156.5985°C
すず	凝固点	505.078K	231.928°C
亜鉛	凝固点	692.677K	419.527°C
アルミニウム	凝固点	933.473K	660.323°C
銀	凝固点	1234.93K	961.78°C
金	凝固点	1337.33K	1064.18°C
銅	凝固点	1357.77K	1084.62°C

 ITS-90と IPTS-68の差 ($t_{90} - t_{68}$)

単位: °C

温度	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90
-100	0.013	0.013	0.014	0.014	0.014	0.013	0.012	0.010	0.008	0.008
0	0.000	0.002	0.004	0.006	0.008	0.009	0.010	0.011	0.012	0.012
温度	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0.000	-0.002	-0.005	-0.007	-0.010	-0.013	-0.016	-0.018	-0.021	-0.024
100	-0.026	-0.028	-0.030	-0.032	-0.034	-0.036	-0.037	-0.038	-0.039	-0.039
200	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.039	-0.039	-0.039
300	-0.039	-0.039	-0.039	-0.040	-0.040	-0.041	-0.042	-0.043	-0.045	-0.046
400	-0.048	-0.051	-0.053	-0.056	-0.059	-0.062	-0.065	-0.068	-0.072	-0.075
500	-0.079	-0.083	-0.087	-0.090	-0.094	-0.098	-0.101	-0.105	-0.108	-0.112
600	-0.115	-0.118	-0.122	-0.125	-0.08	-0.03	0.02	0.06	-0.11	-0.16
700	0.20	0.24	0.28	0.31	0.33	0.35	0.36	0.36	0.36	0.35
800	0.34	0.32	0.29	0.25	0.22	0.18	0.14	0.10	0.06	0.03
900	-0.01	-0.03	-0.06	-0.08	-0.10	-0.12	-0.14	-0.16	-0.17	-0.18
1000	-0.19	-0.20	-0.21	-0.22	-0.23	-0.24	-0.25	-0.25	-0.26	-0.26
温度	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
1000		-0.26	-0.30	-0.35	-0.39	-0.44	-0.49	-0.54	-0.60	-0.66
2000	-0.72	-0.79	-0.85	-0.93	-1.00	-1.07	-1.15	-1.24	-1.32	-1.41
3000	-1.50	-1.59	-1.69	-1.78	-1.89	-1.99	-2.10	-2.21	-2.32	-2.43

豆知識

温度計測の始まり

近代の温度計測の基礎は、1714年にドイツの技術者ファーレンハイトが水銀温度計を発明した頃から始まったと言えます。その後1742年にスウェーデンの物理学者セルシウスが摂氏目盛を発表して現在に至っています。ちなみに、前者ファーレンハイトが当時発表した華氏目盛は、現在でもアメリカ合衆国を中心に日常生活で使われています。

温度の二次基準点

温度定点	温度	
標準水素の三重点	13. 956K	-259. 194℃
標準水素の沸点	20. 397K	-252. 753℃
ネオンの三重点	24. 561K	-248. 589℃
窒素の三重点	63. 146K	-211. 004℃
窒素の沸点	77. 344K	-195. 806℃
アルゴンの沸点	87. 294K	-185. 856℃
二酸化炭素の昇華点	194. 674K	-78. 476℃
水銀の凝固点	234. 314K	-78. 836℃
水の凝固点	273. 15K	0℃
フェノキシベンゼンの三重点	300. 02K	26. 87℃
安息香酸の三重点	395. 52K	122. 37℃
インジウムの凝固点	429. 784K	156. 634℃
ビスマスの凝固点	544. 592K	271. 442℃
カドミウムの凝固点	594. 258K	321. 108℃
鉛の凝固点	600. 652K	327. 502℃
水銀の沸点	629. 81K	356. 66℃
イオウの沸点	717. 824K	444. 674℃
銅-アルミニウム共融合金の凝固点	821. 41K	548. 26℃
アンチモンの凝固点	903. 905K	630. 755℃
アルミニウムの凝固点	933. 61K	660. 46℃
銅の凝固点	1358. 03K	1084. 88℃
ニッケルの凝固点	1728K	1455℃
コバルトの凝固点	1768K	1495℃
パラジウムの凝固点	1827K	1554℃
白金の凝固点	2042K	1769℃
ロジウムの凝固点	2236K	1963℃
アルミナの融解温度	2327K	2054℃
イリジウムの凝固点	2720K	2447℃
ニオブの融解温度	2750K	2477℃
モリブデンの融解温度	2896K	2623℃
タングステンの融解温度	3695K	3422℃

9.3 国家標準

国家標準は、上記の国際実用温度目盛の定義に基づいて計量法（昭和26年6月7日法律第207号）に定められており、また、計量法第3条〔基本単位及び現示〕に単位ケルビンが規定されており、計量単位令（昭和28年10月26日政令第332号）第2条に定義定点、計量単位規則（昭和29年8月28日通商産業省令第45号）第5条に定義定点の温度、標準温度計及び標準温度センサの特性、補間、補外方法が規定されています。

電気標準も、国際的取決めがそのまま計量法に定められており、第3条にアンペア、第5条（誘導単位及び現示）にボルト、オームが規定されています。

温度標準器

温度標準器には、IPTS-68の定義に示されている温度基準の他にもガラス製温度計、測温抵抗体、熱電対など種々用いられています。

9.4 標準器の種類と精度

標準ガラス製温度計

基準ガラス製温度計は基計量法による「基準器検査」に合格したものとされており、各都道府県の計量検定所での検定などや温度計の製造業者、修理事業者の社内検査を行うための温度基準器のことを言います。

標準ガラス温度計の精度

最小目盛	精 度	温度範囲
0.1℃以下	±0.03℃	0℃～100℃
	±0.05℃	-50℃～0℃, 100℃～300℃
	±0.1℃	300℃～360℃
0.2℃	±0.05℃	0℃～100℃
	±0.06℃	100℃～200℃
	±0.1℃	-50℃～0℃, 200℃～300℃
	±0.15℃	300℃～360℃
0.5℃	±0.1℃	0℃～100℃
	±0.2℃	-50℃～0℃, 100℃～300℃
	±0.3℃	300℃～360℃
1.0℃	±0.5℃	-50℃未満
	±0.2℃	-50℃～200℃
	±0.3℃	200℃～360℃
	±1.0℃	360℃～450℃
	±2.0℃	450℃～600℃

標準抵抗温度計

標準抵抗温度計は、標準抵抗測定器と標準測温抵抗体とで構成されており、標準測温抵抗体は4線式白金測温抵抗体が用いられています。

標準抵抗温度計の精度

精 度	温度範囲
温度に換算して±0.02℃	-260℃～630℃

標準熱電対温度計

標準熱電対温度計は、標準電圧測定器と標準熱電対とで構成され、IPTS再現用のS（白金90・ロジウム10%-白金）熱電対と、R（白金87・ロジウム13%-白金）熱電対などが用いられています。

標準熱電対温度計の精度

熱電対種類	精 度	温度範囲
S（白金・ロジウム10/白金熱電対）	温度に換算して±0.1℃	0℃～1100℃
	温度に換算して±2.0℃	温度定点を定義する場合
R（白金・ロジウム13/白金熱電対）	温度に換算して±3.0℃	1100℃～1500℃
	温度に換算して±2.0℃	温度定点を定義する場合

9.5 校正

校正する手法として、沸点や凝固点を利用した定点校正法と恒温槽と温度標準器の組み合わせによる比較校正法とがあります。装置及び定点の実現方法は、相平衡状態の種類、定点用物質の種類、温度、校正すべき温度標準器の種類、校正精度等によって最も適した手法を選んで下さい。

平衡状態の実現には、三重点、沸点、凝固点、融解点が良く使われます。

三重点は圧力に依存しませんが、その他の平衡温度は圧力に依存し、依存は大きいので、圧力も同時に制御しなければなりません。

■ 氷点

氷点は、飽和した水と氷の平衡温度です。細かく砕いた氷と0℃近くまで冷やしておいた純水が混合した状態で安定させますと、約±0.002℃の氷点が再現できます。この装置では、不純物が混入しないように、また外からの影響を受けないように注意することが大切です。

■ 水の沸騰点

水の沸騰点は雰囲気中の圧力が大きく影響しますので常時圧力を一定に保つか圧力を常時計測しなければなりません。

■ 水の三重点

ガラス製の容器の中に純粋な水（空気などの他の気体はない）を封じ込んで、中央にガラス管（校正すべき温度センサを入れるため）を通した構造の標準器が、測温抵抗体や熱電対などの細長い形をした接触式の温度センサーの校正に適しています。

■ 比較校正法

現場で使用されている温度計を校正する場合、定点法による校正より、むしろ比較校正法（温度標準器と比較する方法）が、簡単で一般的です。測定する際に温度標準器を通常のセンサーと一緒に差し込んで表示を比べるか、使用温度計又は温度センサを取りはずして比較装置を用いるか、定点装置を精度のよい比較装置として使用するか、状況に応じて適当な方法を選択して下さい。この場合、基準となるセンサーと校正されるセンサーが熱的に十分に平衡状態であり、安定していなければなりません。挿入長やセンサーの応答速度等についても注意を払う必要があります。

温度が安定している装置での校正では、同一時刻での両者の指示値を比較すれば良いのですが、通常微小でも温度が変動している場合には、温度が上昇している状態と、下降している状態との温度の平均値を校正値とします。

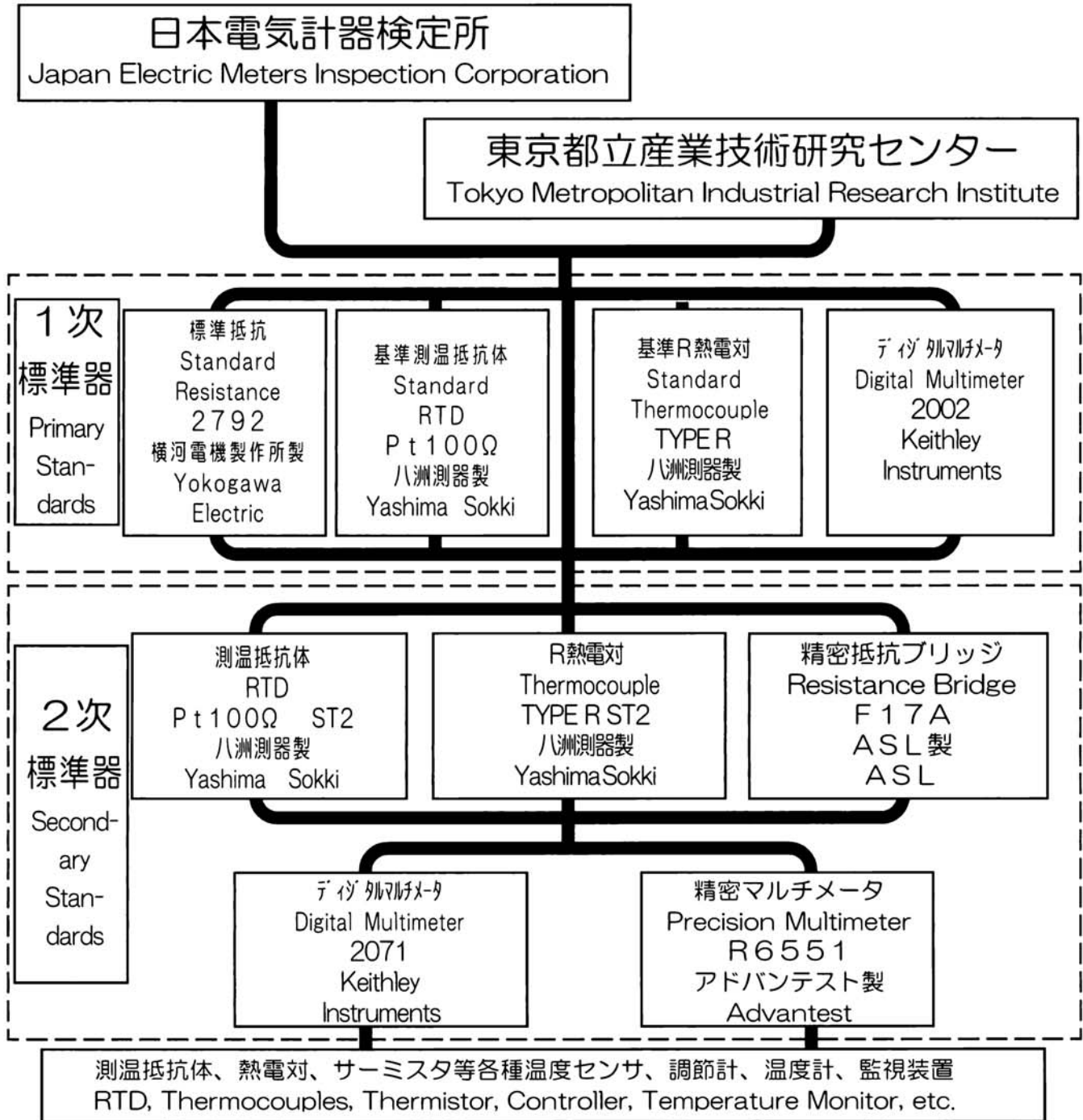
一般的な定点校正法

使用センサの種類	定点物質及び校正方式	精度
白金測温抵抗体	窒素・酸素の沸点 (魔法瓶による)	精度は期待出来ない。比較用温槽として利用される。
	水の三重点 (定点セルによる)	良い精度を期待できる。(±0.1mk~±1mk)
	水の沸点 (沸点装置による)	気圧の影響が大きい(±0.01K)
	Sn、Znの凝固点 (るつぼ法による)	(±0.001K~±0.01K)
	Sb、Agの凝固点 (るつぼ法による)	(±0.01K~±0.1K)
S、R熱電対	Sb、Ag、Auの凝固点 (るつぼ法による)	精度の推定が容易(±0.01℃+±0.3℃)
S、R熱電対	Au、Pdの融解点 (ワイヤ法による)	(±0.5K~2K)

トレーサビリティ体系図

TRACEABILITY

株式会社 八洲測器
Yashima Sokki Co.,Ltd.
 〒335-0031 埼玉県戸田市美女木1163-1
 1163-1 Bijogi Toda Saitama, 335-0031 Japan
 TEL: 048-421-3126 FAX: 048-421-3201



1次標準器 Primary Standards

当社で使用する標準器および計測器の基準となるもので、計量法に定められた指定校正機関または認定業者により目盛り定めされ、有効期限内にあるもの。 They are our primary standards which are directly traceable to National Standards and confirmed within validity.

2次標準器 Secondary Standards

当社で使用する標準器および計測器の基準となるもので、1次標準器より目盛り定めされ、有効期限内にあるもの。 They are our secondary standards which are traceable to our Primary Standards and confirmed within validity.

10 製品検査

10.1 外観・構造検査

性能上支障が無いように、目視によって検査します。溶接部にたいしては、必要に応じてカラーチェック、気密試験を行います。

10.2 寸法検査

シース長、挿入長、リードケーブル長、部品寸法等をノギス、直尺、巻尺等を使用して検査します。

寸法精度

熱電対の長さ：	100mm以下の場合	±2.0mm
	100mmを越える場合	±1.5%
保護管の長さ：	100mm以下の場合	±2.0mm
	100mmを越える場合	±1.5%
ニップルの長さ：	100mm以下の場合	±3.0mm
	100mmを越える場合	±3%
補償導線の長さ：	1000mm以下の場合	-10mm、+20mm
	1000mmを越える場合	-1.0%、+3.0%

10.3 絶縁抵抗試験

常温における端子・シース間の絶縁抵抗値をDC500V絶縁抵抗計で測定します。

測温抵抗体	100MΩ以上/10~100V
熱電対	20MΩ以上/10~100V (φ2.0以下)
	100MΩ以上/500V (φ2.3以上)

10.4 熱起電力試験

熱電対センサにたいして300℃付近での昇温試験をおこない、極性の確認を行います。また必要に応じて100℃または任意の温度(800℃以下)にて熱起電力をデジタル電圧計にて計測します。

試験許容差： JIS C 1602 または JIS C 1605

10.5 抵抗値試験

測温抵抗体また必要に応じてサーミスタにたいして、0℃における抵抗値をデジタル電圧計にて計測します。また必要に応じて100℃または任意の温度(800℃以下)にて抵抗値をデジタル電圧計にて計測します。

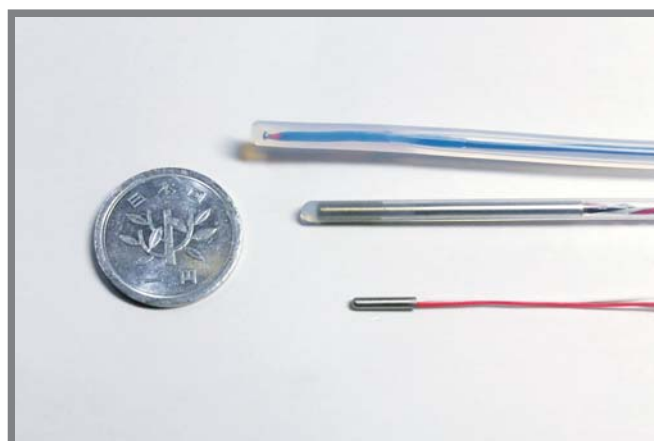
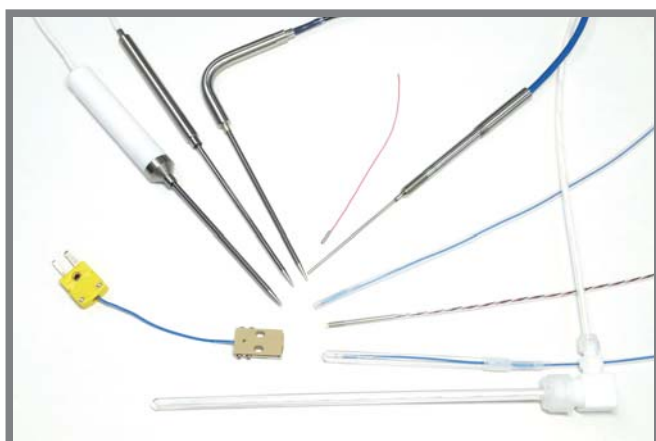
試験許容差： 測温抵抗体の場合は、JIS C 1604
サーミスタの場合は、JIS C 1611

温度センサ製品ガイド

用途別カスタム製品事例・熱電対温度センサ・白金測温抵抗体温度センサ・各種部品について記載致しました。

目次

用途別カスタム製品の事例	P 34
標準型温度センサ／熱電対	P 37
標準型温度センサ／白金測温抵抗体	P 44
標準型温度センサ用導線・部品	P 50



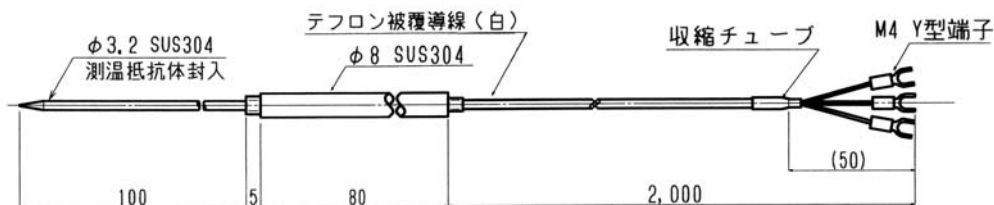
掲載品は一例です。様々な特注品対応させていただきますので、ご遠慮なくお問い合わせください。

■ 芯温センサ

高温調理器・食品機械に適しています。

食材の内部温度を計測し、最適な過熱条件を制御するための温度センサです。

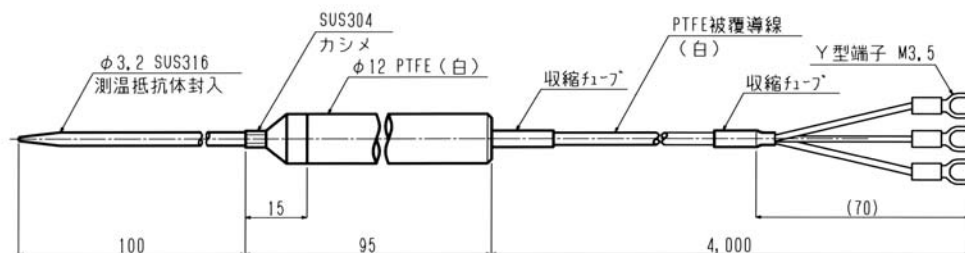
高温・高湿の過酷な環境下でも使用可能な保護構造を有しております。



冷凍機や解凍機など、低温用調理器に適しています。

食材の内部温度を計測し、最適な凍結や解凍の条件を制御するための温度センサです。

グリップをテフロン製にして、低温時の張り付きを防止しています。



注：先端防水構造

■ テフロン保護管温度センサ

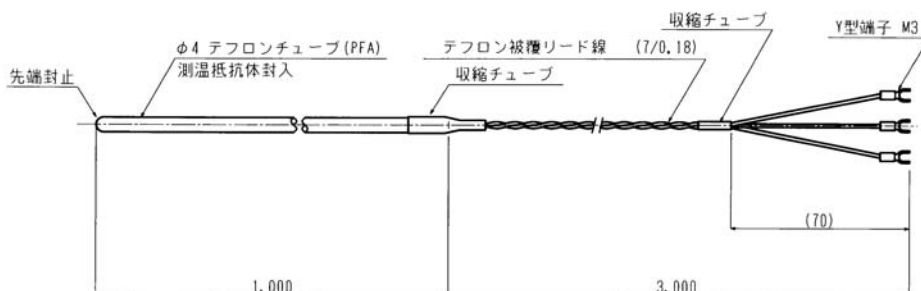
テフロンチューブを保護管に使用しておりますので、ステンレス保護管よりも耐薬品性に優れております。

半導体製造装置、医療用機器、メッキ槽等、耐薬品性を要求される用途に適しています。

テフロンチューブ内をテフロンモールドする事により、防水性を向上させたタイプや、

テフロンチューブ内にステンレスパイプを入れる事により、応答性を向上させたタイプなど、

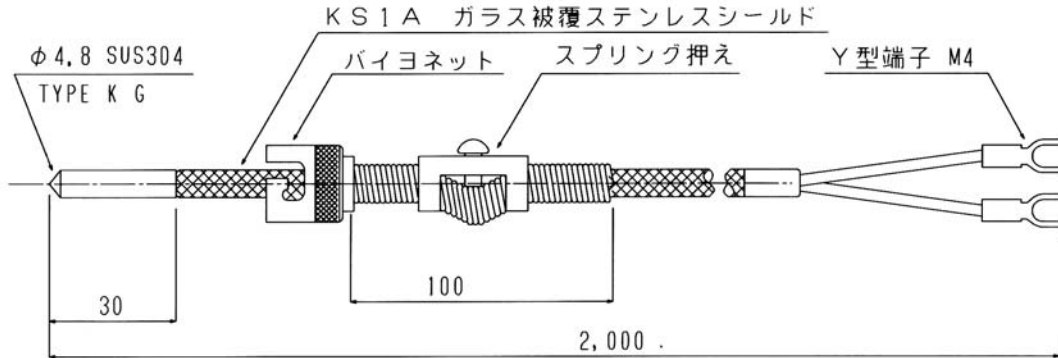
様々なバリエーションを取り揃えており、お客様の使用環境に応じて、最適な仕様でご提案させていただきます。



■ バイヨネット付きタイプ

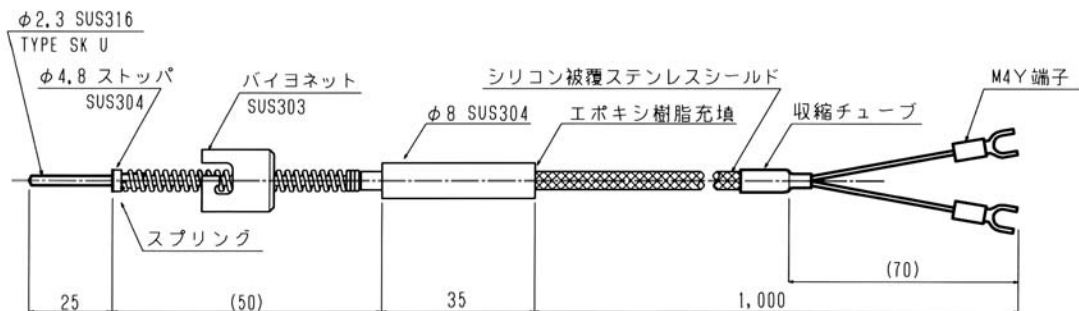
シース型温度センサの基本モデルにバイヨネットを取り付けたものです。
高いレスポンスを有しており、固定・取り外しが簡単にでき、メンテナンスの向上に役立ちます。
成形機をはじめ筐体の表面温度測定用に適しています。

・ 保護管型



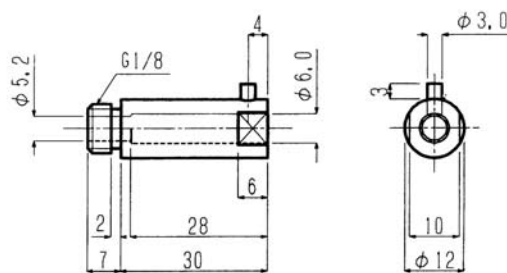
- 耐熱 200℃

・ シース型



- 応答性の高いシース型です。
- バイヨネット位置の調整が簡単です。
- 耐熱500℃の仕様も対応可能です。

専用のバイヨネットアダプターも準備しております。
お気軽にお問い合わせください。



材質：SUS303

■ 温度センサ付レベルスイッチ

フロートスイッチと、温度センサを一体化しました。

温度センサは、熱電対タイプと、白金測温抵抗体タイプをご選択頂けます。

タンクなどの液面の管理と、温度管理が一つのセンサで可能です。

- ・ 取り付けスペースの削減
- ・ 取り付け工数の削減
- ・ 管理部品の削減

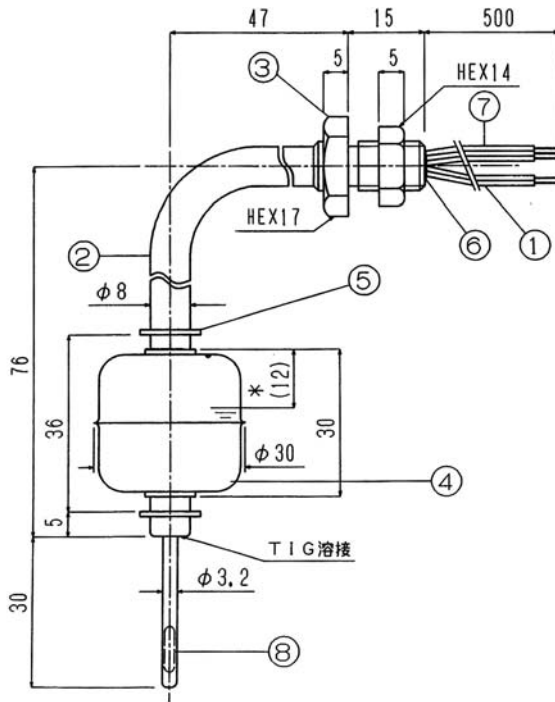
によりトータルのコストダウンをご提案致します。

仕様 (サーモ部)

材	7	リード線	PFA0.16Sq(ツイスト)
材	8	素子	Pt100Ωat0°C
等級	B級		
規定電流	1 (mA)		
結線	3線式		
規格	JIS C 1604-1997		

仕様 (フロート部)

液体	水・薬液		
比重	Min 0.7		
粘度	Max 0.2 Pa·s		
圧力	Max 0.5 MPa		
温度	-20~150 °C		
材	1	リード線	FEP 0.5Sq
	2	ステム	SUS304
	3	取付け部	SUS304
	4	フロート	SUS316
	5	ストッパ	SUS304
	6	充填剤	エポキシ系
取付部規格	G1/8		
スイッチ規格	229		
最大開閉電圧	AC,DC 240 V		
最大開閉電流	AC,DC 0.5 A		
最大開閉容量	50 VA		
接点接触抵抗	300 mΩ以下		
精度	±3 mm		
開閉位置	結線端子		



形状や、液面動作点、動作ポイントの数など、様々なご要望にお応えいたします。
お気軽にご相談ください。



熱電対温度センサ

産業界で最も頻繁に使用されている温度センサです。

2種類の金属線の先端を溶接し、温度により既定の電圧が発生する現象(ゼーベック効果)を使用した温度センサで幅広い検出温度範囲をもち、耐衝撃・耐振動にも優れています。

■ 熱電対の種類

K 熱電対	安価で起電力も高く、最も一般的に使用されております。
J 熱電対	還元性雰囲気中での使用に適しており、K熱電対より熱起電力が高いのが特長です。
E 熱電対	規格化された熱電対の中では、最も起電力が高く、耐食性も優れております。
T 熱電対	低温特性が良いため低温用として使用され、200℃以下では高い精度が得られます。
N 熱電対	耐酸化性に優れ、低温から高温まで幅広く使用されます。
B・R・S熱電対	1600℃又は1700℃の高温に耐え、優れた耐久性をもった、貴金属熱電対です。

■ 許容差により、センサのクラスが下記の様に分類されております。

1: JISクラス1 旧0.4級 高精度タイプです。

2: JISクラス2 旧0.75級 一般精度タイプです。

許容差一覧は、計測ガイド 10 ページに記載しておりますのでご参照ください。

■ 素子数は一般的に下記より選択頂けます。

S:シングル (1回路)

W:ダブル (2回路)

T:トリプル (3回路)

※ダブル及びトリプルは、シース及び保護管の太さにより、選択の制限が御座いますので、お問い合わせください。

■ 測温接点については下記より選択頂けます。

U:非接地型 熱電対先端とシース部分が電氣的に絶縁されており、広く使用されるタイプです。

G:接地型 熱電対先端とシース部分が一体になっており、機械的な強度を確保し、応答性も優れていますが電氣的誘導障害のある所での使用はさけて下さい。

E:露出型 熱電対先端がシース部分より露出しており、応答性が非常に優れておりますが、感温部分は変形しやすく、取扱いに注意が必要です。

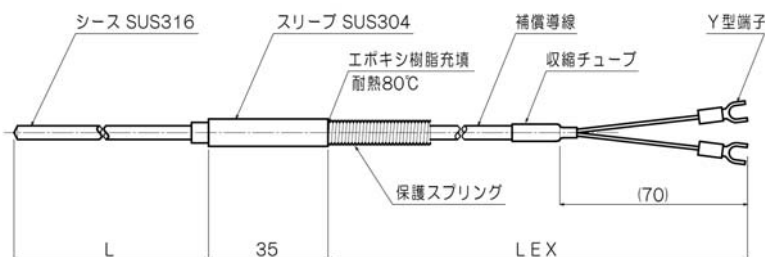
■ 型番の選定について

上記の基本仕様をご確認頂き、詳細の仕様に付きまして、次ページ以降の、形式選択例をご参考に希望の形状、材質をご選択頂き、御用命頂けます様、お願いいたします。
 様々な特注対応が可能ですので、お気軽にご相談頂けます様、お願いいたします。

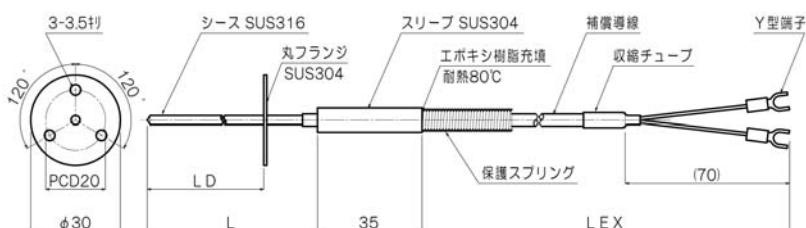
■ シース型熱電対温度センサ(リード線型)

シース型熱電対ですので、低温から高温まで幅広く、ご使用頂けます。
シース部分は自由に曲げられます。但し曲げ半径は、シース径の5倍以上必要です。
センサの固定をしやすくするため、ネジやフランジを装着したタイプも準備しております。

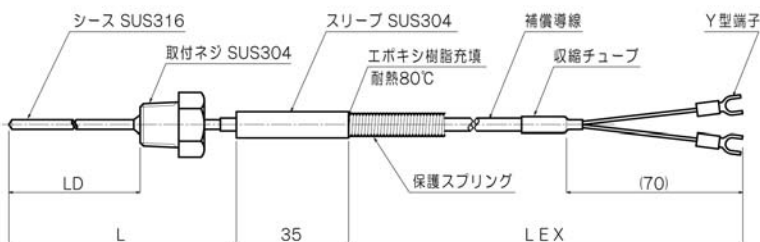
YC100(基本型)



YC105(簡易フランジ型)



YC110(ネジ取付型)



型式選択例

YC110-S-K-3.2-S6-U-L200-LD150-R1/8-WX1A-1500-S-2-Y

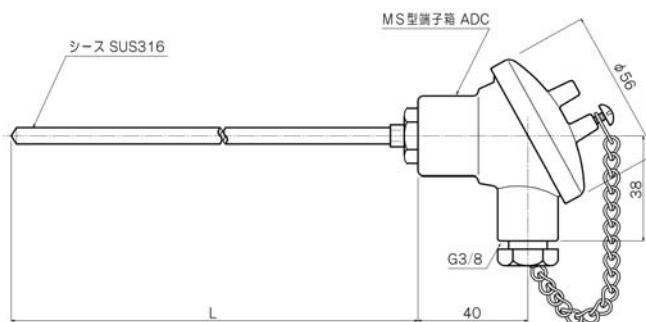
YC110	基本形式	YC100	YC105	YC110
S	素子数	S:シングル	W:ダブル	T:トリプル
K	熱電対種類	K T J R E N		
3.2	シース外径	(Φmm) 0.5 1.0 1.6 2.3 3.2 4.8 6.4 8.0		
S6	シース材質	S6:SUS316 IN:インコネル		
U	测温接点	U:非接地型 G:接地型 E:露出型		
L200	L 長	(mm)		
LD150	L D 長	(mm) YC105及びYC110の場合		
R1/8 (取付用部品)	ネジサイズ	51ページ参照 YC110の場合		
	簡易フランジ	51ページ参照 YC105の場合		
	ヘルール	51ページ参照 YC105の場合		
	JISフランジ	52ページ参照 YC105の場合		
WX1A	補償導線種類	50ページ参照		
1500	L E X	補償導線長さ(mm)		
S	リード口処理	S:スプリング付 N:スプリング無 CH:シリコンチューブ F:フレキシブルチューブ		
2	等級	1:JISクラス1 2:JISクラス2		
Y	末端処理	54ページ参照		

御発注の際に、計測温度範囲と、スリーブ部分の温度をお知らせください。

■ シース型熱電対温度センサ(ターミナルヘッド型)

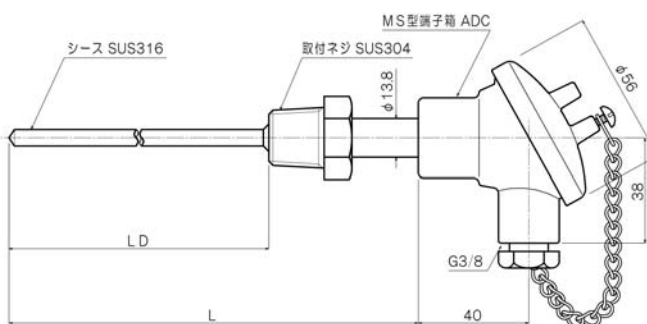
大型機械やプラント等に一般的に使用されるターミナルボックス付シース型熱電対です。
密閉型ターミナルと開放型ターミナルをご選択頂けます。

YC150(基本型)



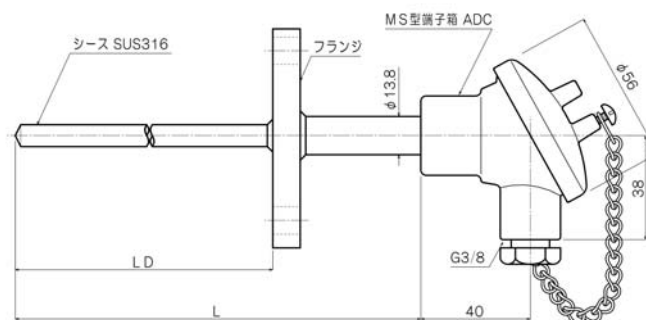
YC151(ネジ取付型)

ニップル付き仕様



YC155(フランジ型)

ニップル付き仕様



型式選択例

YC155-S-K-3.2-S6-U-L200-LD50-JIS5K10ARF-MS-2-N

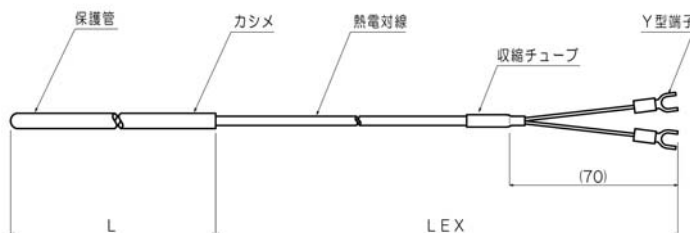
YC155	基本形式	YC150	YC151	YC155
S	素子数	S:シングル	W:ダブル	T:トリプル
K	熱電対種類	K T J R E N		
3.2	シース外径 (Φmm)	1.0	1.6	2.3 3.2 4.8 6.4 8.0
S6	シース材質	S6:SUS316 IN:インコネル		
U	测温接点	U:非接地型 G:接地型 E:露出型		
L200	L 長 (mm)			
LD50	L D 長 (mm)	YC151及びYC155の場合		
JIS5K10ARF (取付用部品)	ネジサイズ	51ページ参照 YC151の場合		
	ヘルール	51ページ参照 YC155の場合		
	JISフランジ	52ページ参照 YC155の場合		
MS	ターミナルヘッド種類	54ページ参照		
2	等級	1:JISクラス1 2:JISクラス2		
N	ニップル有無	N:有 無記載:無		

御発注時に計測温度範囲をお知らせください。

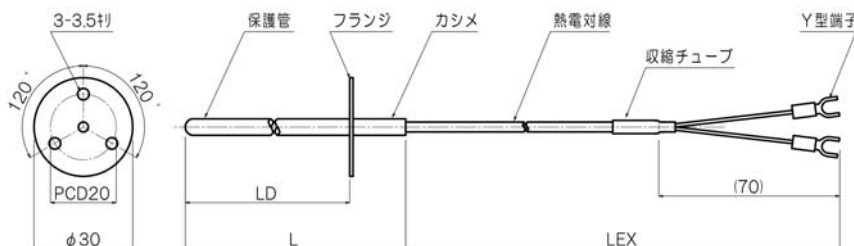
■ 保護管型熱電対温度センサ(リード線型)

保護管型センサはシース熱電対に比べて構造上の制限が少ないので、より多彩な形状で製作できます。
保護管部は曲げられません。

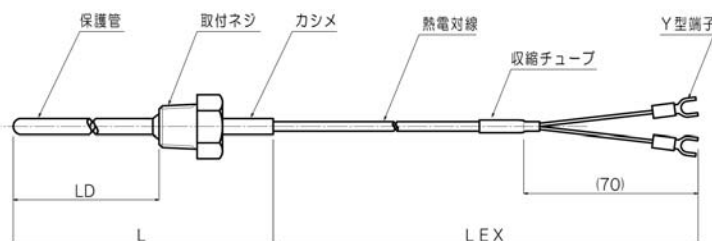
YC200
(基本型)



YC205(簡易フランジ型)



YC210(ネジ取付型)



型式選択例

YC210-S-K-3.2-S6-U-L200-LD150-G1/4-KS265-1500-CH-2-Y3

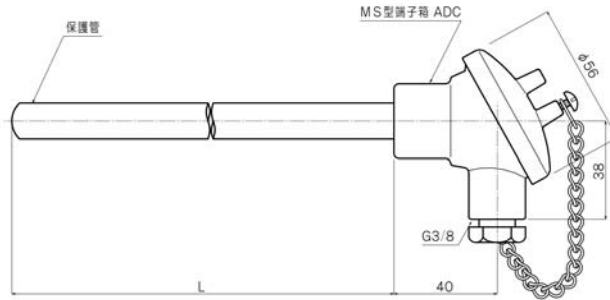
YC210	基本形式	YC200	YC205	YC210
S	素子数	S:シングル	W:ダブル	
K	熱電対種類	K T J R E N		
3.2	保護管外径 (Φmm)	2.0	3.0	3.2 4.0 4.8 5.0 6.0 8.0 10 12 13 15
S6	保護管材質	S4:SUS304	S6:SUS316	IN:インコネル PFE:テフロン TI:チタン
U	测温接点	U:非接地型	G:接地型	E:露出型
L200	L 長 (mm)			
LD150	L D 長 (mm)	YC205及びYC210の場合		
G1/4 (取付用部品)	ネジサイズ	51ページ参照		YC210の場合
	簡易フランジ	51ページ参照		YC205の場合
	ヘルール	51ページ参照		YC205の場合
	JISフランジ	52ページ参照		YC205の場合
KS265	熱電対線種類	50ページ参照		
1500	L E X	熱電対線長さ(mm)		
CH	リードロ処理	S:スプリング付	N:スプリング無	CH:シリコンチューブ F:フレキシブルチューブ
2	等級	1:JISクラス1		2:JISクラス2
Y3	端末処理	54ページ参照		

御発注時に計測温度範囲をお知らせください。

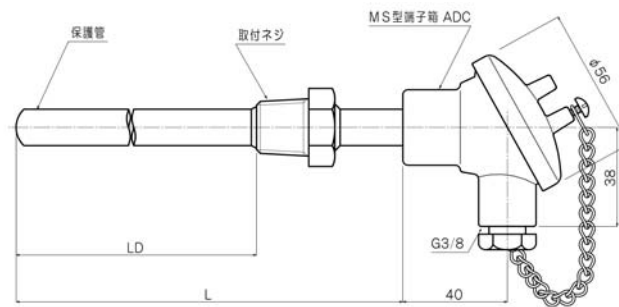
■ 保護管型熱電対温度センサ(ターミナルヘッド型)

大型機械やプラント等に一般的に使用されるターミナルボックス付保護管型熱電対です。
密閉型ターミナルと開放型ターミナルをご選択頂けます。

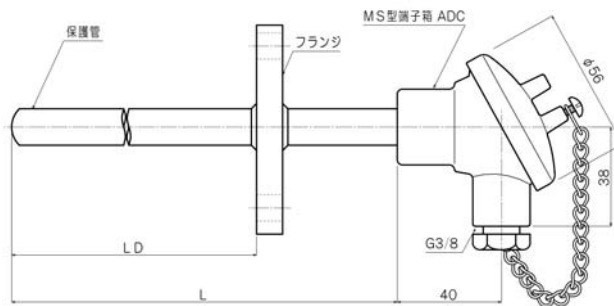
YC250(基本型)



YC251(ネジ取付型)



YC255(フランジ型)



型式選択例

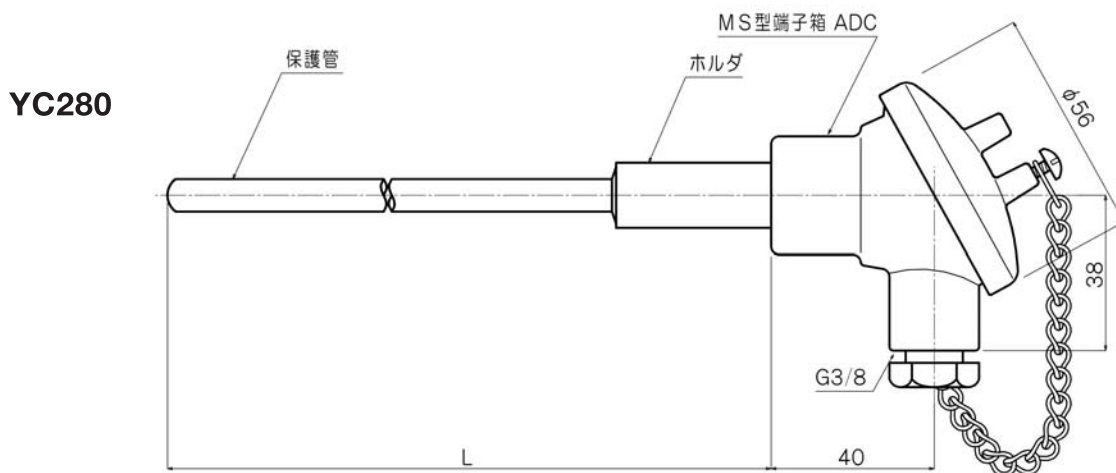
YC255-S-K-10-S6-U-L200-LD50-R1/2-MS-2-N

YC255	基本形式	YC250	YC251	YC255
S	素子数	S:シングル	W:ダブル	T:トリプル
K	熱電対種類	K T J R E N		
10	保護管外径 (Φmm)	8.0	10 12 13	15 17 22 30
S6	保護管材質	S4:SUS304	S6:SUS316	S1:SUS310S IN:インコネル
U	测温接点	U:非接地型	G:接地型	E:露出型
L200	L 長 (mm)			
LD50	LD 長 (mm)	YC251及びYC255の場合		
R1/2 (取付用部品)	ネジサイズ	51ページ参照		YC251の場合
	ヘルール	51ページ参照		YC255の場合
	JISフランジ	52ページ参照		YC255の場合
MS	ターミナルヘッド種類	54ページ参照		
2	等級	1:JISクラス1	2:JISクラス2	
N	ニップル有無	N:有 無記載:無		

御発注時に計測温度範囲をお知らせください。

■ 高温用非金属保護管

高温計測用としてアルミナ等の耐熱保護管を使用したモデルです。



型式選択例

YC280-S-R-A-8.0-AS-U-500-ML-2

YC280	基本形式	YC280
S	素子数	S:シングル W:ダブル
R	熱電対種類	R S K B W:WRe5-26
A	素線系	(φmm) A:0.5 B:1.0 C:1.6 D:3.2
8.0	保護管外径	(φmm) 6.0 8.0 10.0 15.0 22.0 他御指定下さい
AS	保護管材質	AS:高純度アルミナ AH:アルミナ HB:ムライト
U	測温接点	U:非接地型 E:露出型
500	L 長	(mm)
ML	ターミナルヘッド	54ページ参照
2	等級	1:JISクラス1 2:JISクラス2

一般に使用されている金属保護管はほとんど1000℃未満の範囲で使用されており、それ以上の高温の場合は、融点の高いアルミナを主成分とするアルミナ管や、ムライト管が使用されます。下記の3種類の非金属保護管が一般的に良く使用されます。

	高純度アルミナ管	アルミナ管	ムライト管
材質記号	AS	AH	HB
主材質	Al ₂ O ₃ 99.70%	Al ₂ O ₃ 60%	3Al ₂ O ₃ ・2SiO —
常用使用温度	1800℃	1600℃	1500℃
熱伝導度al/mh℃	15.4	1.7	2.0

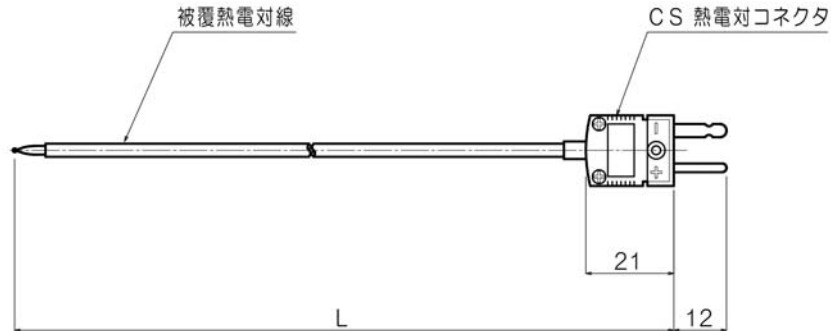
これらの非金属保護管は、機械的な衝撃だけでなく急激な加熱、冷却などの熱的衝撃にも弱いので設置の際の予熱や、取り外しの際の自然冷却などを施す必要があります。

御発注時に計測温度範囲をお知らせください。

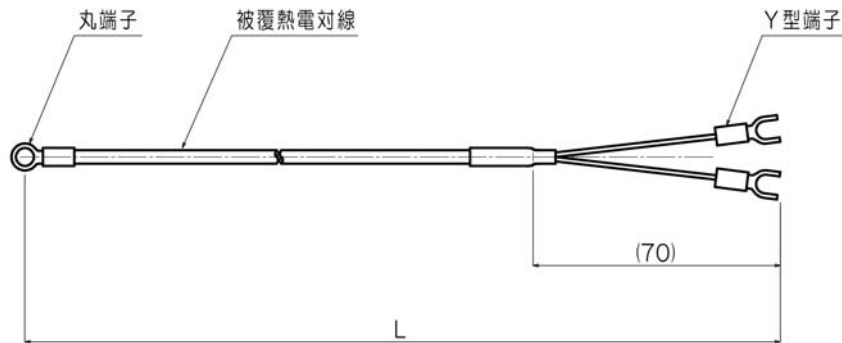
■ 被覆熱電対型

絶縁材料で被覆された熱電対線を使用しており、廉価でシンプルな温度センサとして実験室などで幅広く使用されております。

YC300(基本型)



YC410C(表面温度計測用丸端子型)



型式選択例

YC410C-M3-KX3M-1500-N-2Y

YC410C	基本形式	YC300	YC410C
M3	丸端子サイズ	サイズ御指定下さい	YC410Cの場合
KX3M	被覆熱電対線種類	50ページ参照	
1500	素線熱電対線長さ	(mm)	
N	常時Nを記入		
2	等級	1:JISクラス1	2:JISクラス2
Y	端末処理	54ページ参照	

御発注時に計測温度範囲をお知らせください。

白金測温抵抗体温度センサ

温度によって抵抗値が変化する白金抵抗素子を使用した温度センサです。
高精度の計測に適しており、安定性と再現性が非常に優れております。

■ 許容差により、センサのクラスが下記の様に分類されております。

A 級 測定値の 0.2% ±0.15℃

B 級 測定値の 0.5% ±0.3℃

許容差一覧は、計測ガイド 17 ページに記載しておりますのでご参照ください。

■ 素子数は下記より選択頂けます。

S:シングル (1回路)

W:ダブル (2回路)

T:トリプル (3回路)

※ダブル及びトリプルは、シース及び保護管の太さにより、選択の制限が御座いますので、お問い合わせください。

■ 結線方式には、下記の3種類の方法があります。

2 線 式 外部導線の抵抗値が、抵抗素子の抵抗値に加算され、また、外部導線の抵抗が周囲温度の影響を受けることもあり、正確な温度測定は期待できません。

3 線 式 最も広く使用されている方式で、通常計測器に内蔵されている補正機能により導線の抵抗値分が自動的に補正され、2線式よりも高精度な測定が可能です。

4 線 式 抵抗素子の両端にそれぞれ2本の導線を接続し、計測器の補正回路により導線抵抗の影響を完全に除去できますので、高精度の温度計測が可能です。

■ 0℃における抵抗値によってセンサの規格を分類しており、現在は下記の抵抗値のものが使用されています。

PT 100Ω 一般的に使用されています。

PT1000Ω 低消費電力用及び、高分解能用として使用されています。

当社の白金測温抵抗体温度センサは、通常はPT100Ωとなります。

PT1000Ωを御用命の際は、個別にご連絡頂けます様、お願いいたします。

■ 型番選定について

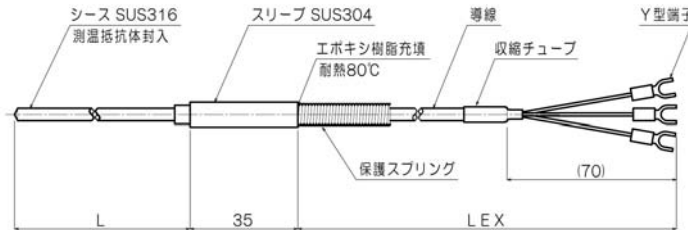
上記の基本仕様をご確認頂き、詳細の仕様に付きまして、次ページ以降の、形式選択例をご参考に
ご希望の形状、材質をご選択頂き、御用命頂けます様、お願いいたします。

様々な特注対応が可能ですので、お気軽にご相談頂けます様、お願いいたします。

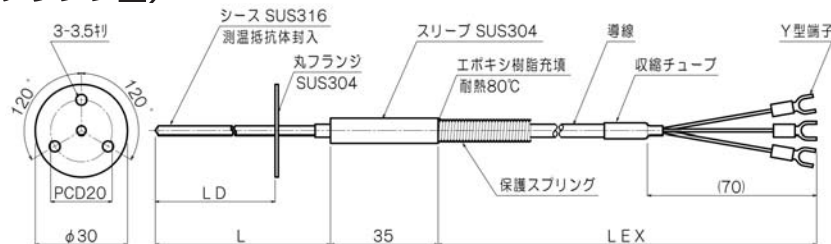
■ シース型白金測温抵抗体温度センサ(リード線型)

シース型は、その構造から、感度がよく、応答性や追従性がすぐれており、また、気密構造のため振動や衝撃に強く、耐熱性、耐久性に優れています。
シース型は屈曲性があるので、先端から50ミリ以上はなれた部分で有れば、自由に曲げられます。但し曲げ半径はシース外径の5倍以上必要です。

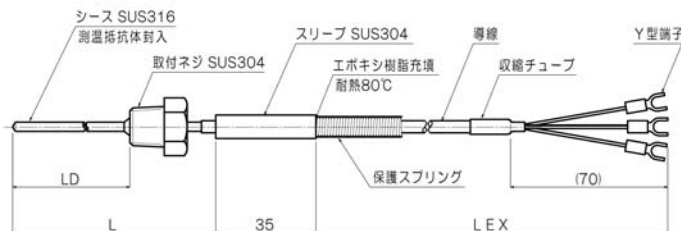
YP100(基本型)



YP105(簡易フランジ型)



YP110(ネジ取付型)



型式選択例

YP110-S-3.2-S6-L200-LD150-R1/8-C1A-1500-S-B-3-Y

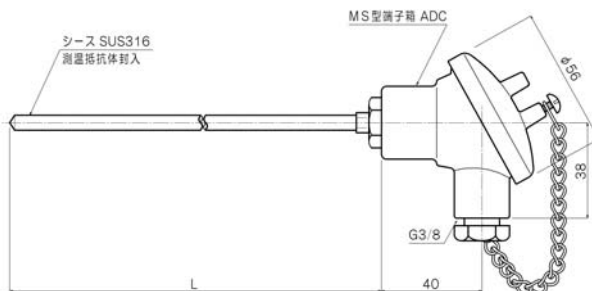
YP110	基本形式	YP100	YP105	YP110
S	素子数	S:シングル	W:ダブル	T:トリプル
3.2	シース外径 (Φmm)	1.6	3.2	4.8 6.4 8.0
S6	材質	S6:SUS316		
L200	L 長 (mm)			
LD150	LD 長 (mm)	YP105及びYP110の場合		
R1/8 (取付用部品)	ネジサイズ	51ページ参照	YP110の場合	
	簡易フランジ	51ページ参照	YP105の場合	
	ヘルール	51ページ参照	YP105の場合	
	JISフランジ	52ページ参照	YP105の場合	
C1A	導線種類	50ページ参照		
1500	L E X 導線長さ (mm)			
S	リード口処理	S:スプリング付	N:スプリング無	CH:シリコンチューブ F:フレキシブルチューブ
B	クラス	A:A級	B:B級	
3	動線形式	2:2線式	3:3線式	4:4線式
Y	末端処理	54ページ参照		

御発注時に計測温度範囲と、スリーブ部分の温度をお知らせください。

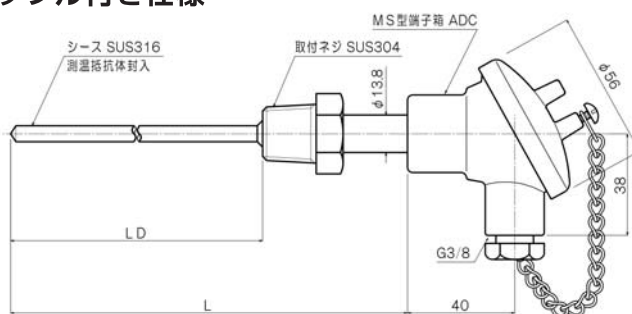
■ シース白金測型測温抵抗体温度センサ(ターミナルヘッド型)

大型機械やプラント等に一般的に使用されるターミナルボックス付シース型白金測温抵抗体です。密閉型ターミナルと開放型ターミナルをご選択頂けます。

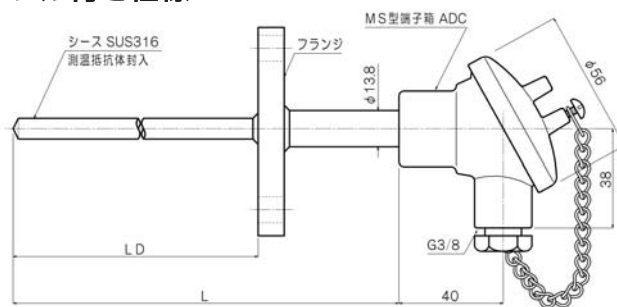
YP150(基本型)



YP151(ネジ取付型)/ニップル付き仕様



YP155(フランジ型)/ニップル付き仕様



型式選択例

YP155-S-3.2-S6-L200-LD50-JIS5K10ARF-MS-B-3-N

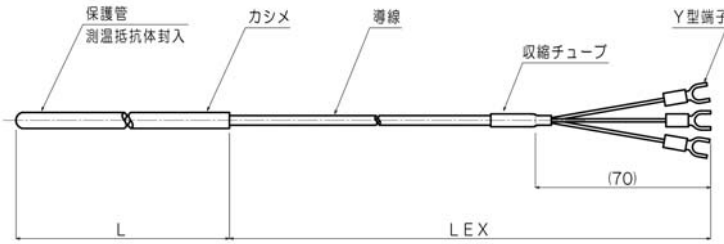
YP155	基本形式	YP150	YP151	YP155
S	素子数	S:シングル	W:ダブル	T:トリプル
3.2	シース外径	(Φmm) 1.6	3.2	4.8 6.4 8.0
S6	材質	S6:SUS316		
L200	L 長	(mm)		
LD50	L D 長	(mm) YP151及びYP155の場合		
JIS5K10ARF (取付用部品)	ネジサイズ	51ページ参照		YP151の場合
	ヘルール	51ページ参照		YP155の場合
	JISフランジ	52ページ参照		YP155の場合
MS	ターミナルヘッド種類	54ページ参照		
B	クラス	A:A級	B:B級	
3	導線形式	2:2線式	3:3線式	4:4線式
N	ニップル有無	N:有 無記載:無		

御発注時に計測温度範囲をお知らせください。

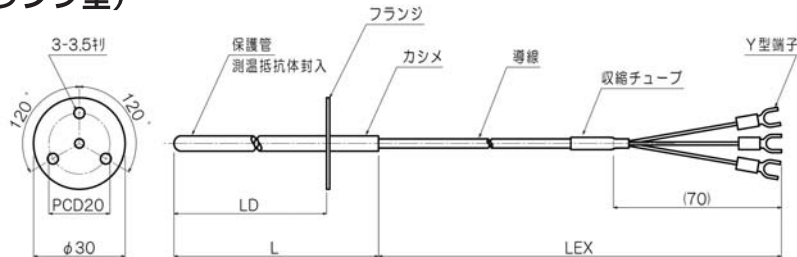
■ 保護管型白金測温抵抗体温度センサ(リード線型)

シース管の代わりに保護管が使用され、低コスト化が計られております。
シース型と異なり、保護管部分は曲げられませんので、ご注意ください。

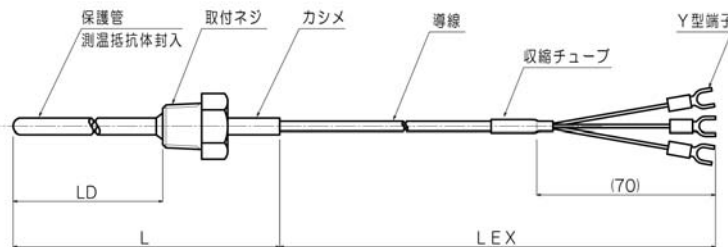
YP201(基本型)



YP205(簡易フランジ型)



YP210(ネジ取付型)



型式選択例

YP210-S-3.2-S6-L200-LD150-R1/8-C1A-1500-N-B-3-Y

YP210	基本形式	YP201	YP205	YP210
S	素子数	S:シングル	W:ダブル	T:トリプル
3.2	保護管外径	(Φmm) 2.3	3.2 4.8	6.4 8.0
S6	材質	S4:SUS304	S6:SUS316	(PFE:テフロン TI:チタン YP201のみ)
L200	L 長	(mm)		
LD150	LD 長	(mm) YP205及びYP210の場合		
R1/8 (取付用部品)	ネジサイズ	51ページ参照	YP210の場合	
	簡易フランジ	51ページ参照	YP205の場合	
	ヘルール	51ページ参照	YP205の場合	
	JISフランジ	52ページ参照	YP205の場合	
C1A	導線種類	50ページ参照		
1500	LEX 導線長さ	(mm)		
S	リード口処理	S:スプリング付	N:スプリング無	CH:シリコンチューブ F:フレキシブルチューブ
B	クラス	A:A級	B:B級	
3	動線形式	2:2線式	3:3線式	4:4線式
Y	末端処理	54ページ参照		

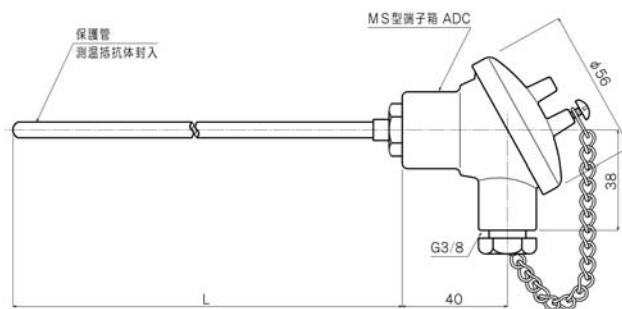
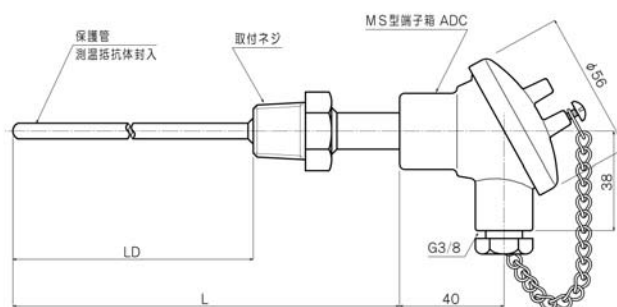
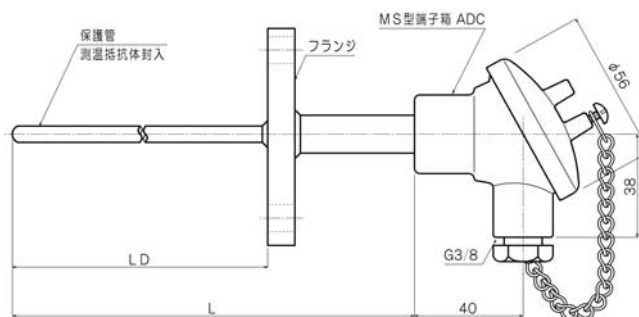
御発注時に計測温度範囲をお知らせください。

ご要求仕様によっては、シース型白金測温抵抗体温度センサ(45ページ)の様にスリーブを使用した形状になる場合があります。

■ 保護管型白金測温抵抗体温度センサ(ターミナルヘッド型)

大型機械やプラント等に一般的に使用されるターミナルボックス付保護管型白金測温抵抗体です。
密閉型ターミナルと開放型ターミナルをご選択頂けます。

YP250(基本型)

YP251(ネジ取付型)
ニップル付き仕様YP255(フランジ型)
ニップル付き仕様

型式選択例

YP255-S-3.2-S6-L200-LD50-JIS5K10ARF-ML-B-3

YP255	基本形式	YP250	YP251	YP255
S	素子数	S:シングル	W:ダブル	T:トリプル
3.2	保護管外径 (Φmm)	1.6	2.3	3.2 4.8 6.4 8.0
S6	材質	S4:SUS304	S6:SUS316	
L200	L 長 (mm)			
LD50	L D 長 (mm)	YP251及びYP255の場合		
JIS5K10ARF (取付用部品)	ネジサイズ	51ページ参照		YP251の場合
	ヘルール	51ページ参照		YP255の場合
	JISフランジ	52ページ参照		YP255の場合
ML	ターミナルヘッド種類	54ページ参照		
B	クラス	A:A級	B:B級	
3	導線形式	2:2線式	3:3線式	4:4線式
N	ニップル有無	N:有 無記載:無		

御発注時に計測温度範囲をお知らせください。

■ ボックス型温度発信器

ターミナルボックスに温度・電流変換回路が内蔵されており、直接シーケンサや計測装置などに接続でき、小型で取付が簡単です。

基本仕様一覧

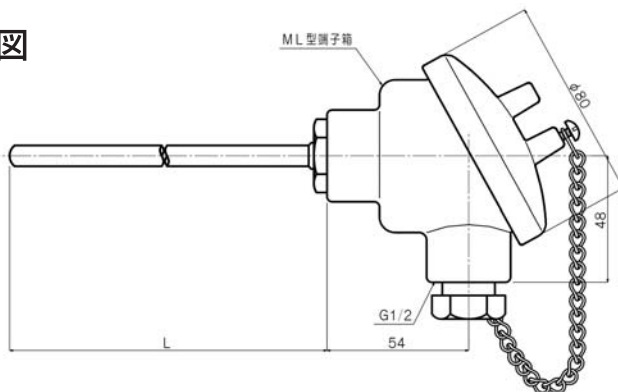
品名	白金測温抵抗体モデル YE250P 型
使用温度範囲	0℃～+100℃ (センサ部に限る) -50℃～+200℃ (センサ部に限る)等
許容負荷抵抗	0～250Ω(24VDC供給時、導線抵抗含む)
出力	DC4V-20mA
温度係数	±0.04%/℃
電源電圧変動	±0.05%/V
電源	DC18V～30V
配線	電源・信号 2極
精度(変換器)	YE250PC:測定レンジの0.5%±0.3℃ YE250PB:測定レンジの0.2%±0.15%
精度(センサ)	A級:測定値の0.2% ±0.15℃ B級:測定値の0.5% ±0.3℃
使用温度範囲	-10℃～60℃(周囲温度)
使用湿度範囲	10～80%RH

型式選択例

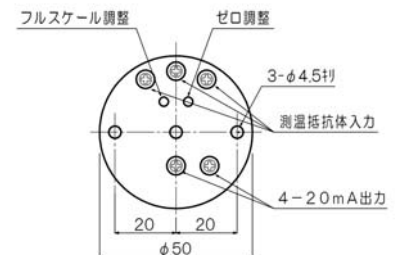
YE250-P-C-B-6.4-S4-L200

YE250	基本形式	YE150	YE151	YE155	YE250	YE251	YE255
P	素子種類	P:白金測温抵抗体					
C	変換精度	C:測定レンジの0.5%±0.3℃			B:測定レンジの0.2%±0.15℃		
B	センサ精度	A級:測定値の0.2%±0.15℃			B級:測定値の0.5%±0.3℃		
6.4	保護管外径	1.6	2.3	3.2	4.8	6.4	9.0 ~
S4	材質	S6:SUS316		S4:SUS304			
L200	保護管長	(mm)					

外形図



端子台接続図



ネジ取付タイプ・フランジ取付タイプなども
ご用意しております。
お気軽にお問い合わせください。
御発注時に計測温度範囲をお知らせください。

センサ形状は、46 ページ

—	YP150
—	YP151
—	YP155

48 ページ

—	YP250
—	YP251
—	YP255

より御選択出来ます。

■ 熱電対用補償導線

熱電対温度センサの導線を延長する場合は、専用の補償導線を御使用ください。

一般的な補償導線を御紹介致しますが、当社ではお客様の使用にあった様々な補償導線を取り揃えております。お気軽にお問い合わせください。

記号	許容差区分	被覆素材	芯線構成	公称外径	最高使用温度
KX1M	一般精密級	ガラス繊維 ステンレスシールド	7/0.3×1	2.0×3.5	150℃
WX1A	普通級	ガラス繊維 ステンレスシールド	7/0.3×1	2.9×5.2	180℃
WX1B	普通級	ガラス繊維	7/0.3×1	2.3×4.0	180℃
VX2A	普通級	ビニール	7/0.3×1	2.6×4.2	105℃
VX2M	普通級	ビニール 内シールド	7/0.3×1	3.7×5.6	80℃
VX3B	普通級	シリコン	20/0.18×1	Φ5	150℃
VX3C	普通級	シリコン 外シールド	20/0.18×1	2.5×4.4	150℃
WX3A	普通級	シリコン	7/0.3×1	3.3×5.2	150℃
WX6F	普通級	テフロン	7/0.3×1	2.0×2.4	200℃
WX6FS	普通級	テフロン 外シールド	7/0.3×1	2.6×4.0	200℃
KX3M	一般精密級	テフロン/シリコン	7/0.12×1	Φ2.4	180℃
KX3MS	一般精密級	テフロン/シリコン 外シールド	7/0.12×1	Φ3.2	180℃

上記一覧は、K熱電対についての記載例です。
他の熱電対用及び、精密級も揃えております。

■ 被覆熱電対線

型式	被覆素材	シールド	芯線構成	公称外径	最高使用温度
KS1S32	ガラス繊維	外ステンレス	1/0.32×1 P	2.2×3.4	180℃
KS1S65			1/0.65×1 P	2.4×3.8	180℃
KS132		なし	1/0.32×1 P	1.6×2.8	180℃
KS165			1/0.65×1 P	1.8×3.2	180℃
KS232	ビニール	なし	1/0.32×1 P	2.2×3.3	90℃
KS265			1/0.65×1 P	2.5×3.9	90℃
KS432	テフロン	なし	1/0.32×1 P	1.0×2.6	200℃
KS465			1/0.65×1 P	1.4×2.4	200℃

上記一覧は、K熱電対についての記載例です。
他の熱電対用及び、芯線径違い品も取り揃えております。

■ 白金測温抵抗体用導線

当社ではお客様に合ったさまざまな導線を取り揃えております。

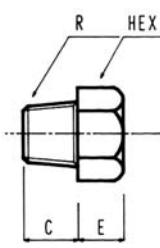
型式	被覆素材	最高使用温度	芯線構成	外径
C1A	ガラス被覆ステンレスシールド	200℃	30/0.12×3	Φ4
C1B	ガラス被覆	200℃	30/0.12×3	Φ3
C2A	ビニール被覆	60℃	12/0.18×3	Φ5
C2B	ビニール被覆	60℃	7/0.18×3	Φ4
C2E	ビニール被覆 内シールド	60℃	20/0.18×3	Φ7
C3A	シリコン被覆	180℃	30/0.08×3	Φ4
C3B	シリコン被覆	180℃	12/0.18×3	Φ5
C3M	シリコン被覆(絶縁体:テフロン被覆)	180℃	7/0.16×3	Φ3
C4A	テフロン被覆	200℃	7/0.26×3	Φ3
C4C	テフロン被覆	200℃	7/0.18×3	Φ3
C4D	テフロン被覆	200℃	7/0.12×3	Φ2

上記は当社の標準的な導線の一例です。
様々な仕様の導線を用意しておりますので、お気軽にお問い合わせください。

■ 取り付けネジ・簡易フランジ・ヘルール

当社では、センサを固定するための様々な部品を準備しております。
記載製品以外にもカスタムで対応可能ですので、お気軽にご相談ください。

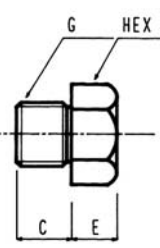
R (PT)ネジ:テーパネジ



記号	C	E	HEX	適応シース・保護管外径
R1/8	10	6	14	Φ4.8以下
R1/4	12	8	17	Φ8.0以下
R3/8	13	9	19	Φ10.0以下
R1/2	20	10	26	Φ15.0以下
R3/4	20	15	30	Φ20.0以下

ネジ材質 SUS304/SUS316

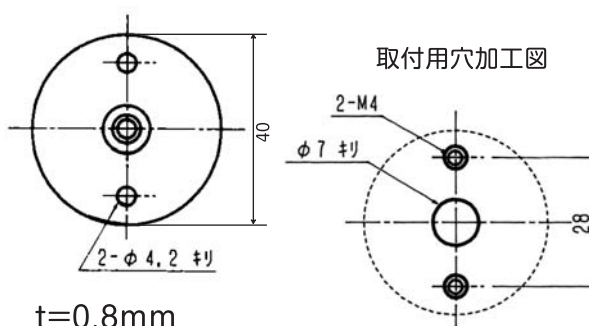
G (PF)ネジ:平行ネジ



記号	C	E	HEX	適応シース・保護管外径
G1/8	15	5	14	Φ4.8以下
G1/4	15	8	19	Φ8.0以下
G3/8	15	9	23	Φ10.0以下
G1/2	20	10	26	Φ15.0以下

ネジ材質 SUS304/SUS316

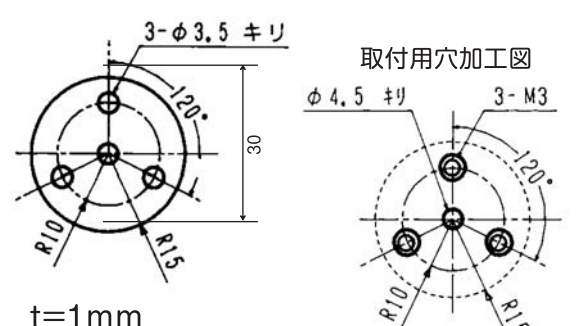
簡易フランジ 記号A



取付用穴加工図

t=0.8mm

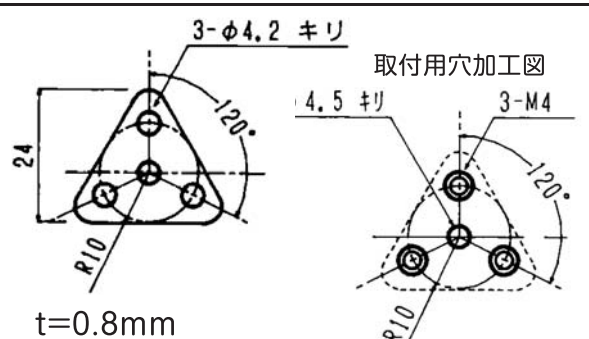
簡易フランジ 記号B



取付用穴加工図

t=1mm

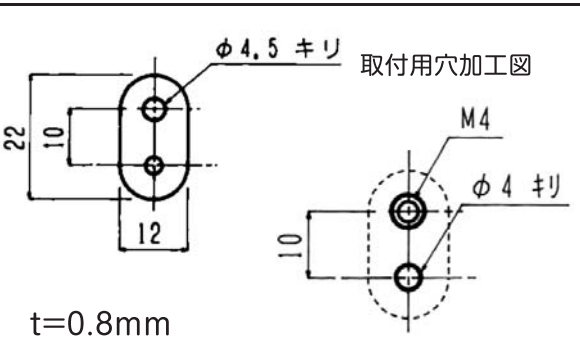
簡易フランジ 記号C



取付用穴加工図

t=0.8mm

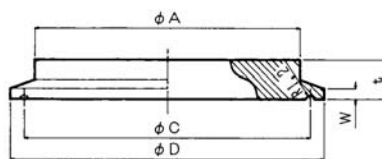
簡易フランジ 記号D



取付用穴加工図

t=0.8mm

ヘルール



記号	呼び径(S)	D	t	C	W	A
1S	1	50.5	11	43.5	2.85	38.1
1.5S	1½	50.5	11	43.5	2.85	38.1
2S	2	64	11	56.5	2.85	50.8
2.5S	2½	78.5	11	70.5	2.85	63.5
3S	3	91	11	83.5	2.85	76.3
3.5S	3½	106	11	98.0	2.85	89.1
4S	4	119	11	110.0	2.85	101.6
4.5S	4½	130	11	122.0	2.85	114.3

■ JISフランジ

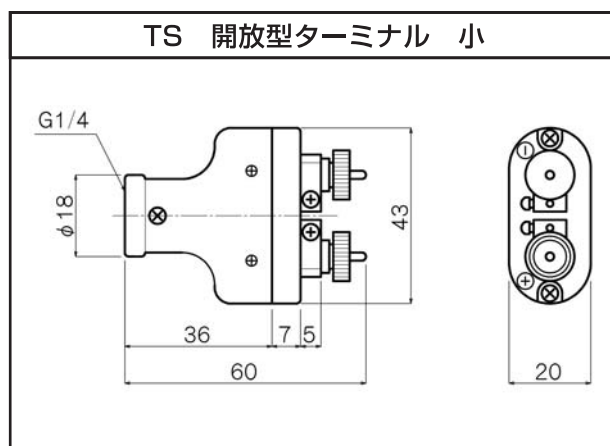
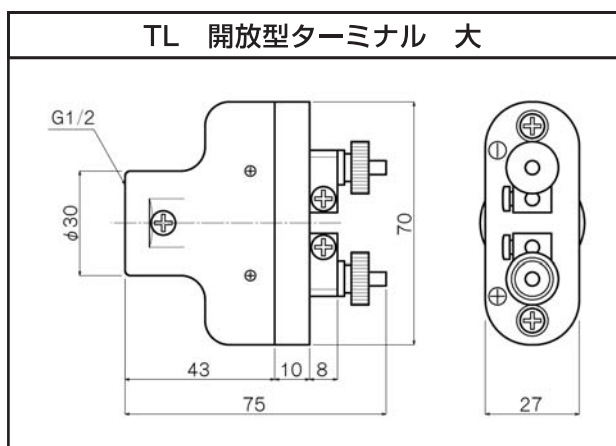
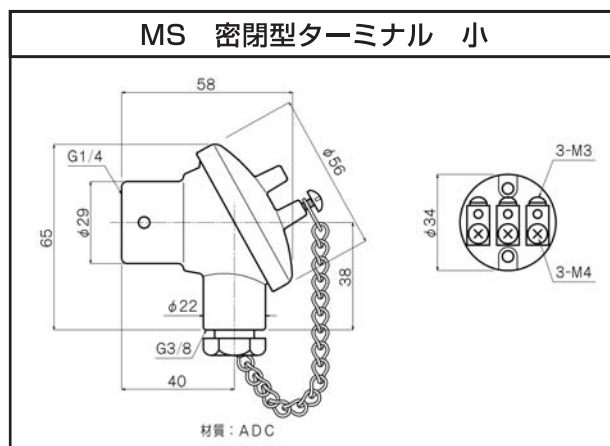
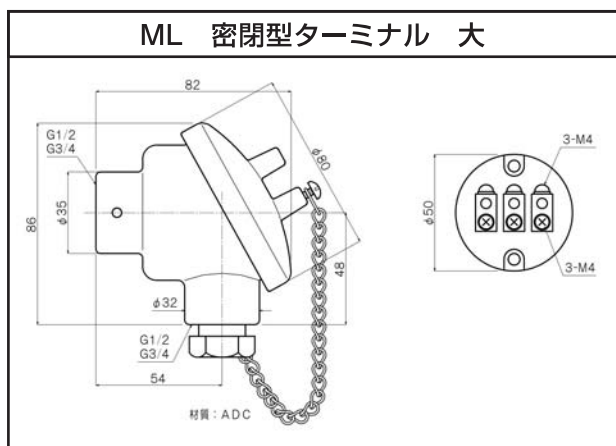
各産業界において多様なフランジが使われており、その機種も代表的なものだけでも1,000種類以上あるといわれております。本カタログではページの制限もありますので、極めて代表的なフランジに限定して掲載させていただきます。記載されていない製品も用意できますので、ご遠慮なくお問い合わせください。

本カタログに記載されているフランジの寸法は、設計時の参考用として、JIS B-2220 2012 から抜粋したものです。ご採用に際しては、必ずJIS規格又はフランジメーカーのカタログ等にてご確認ください。



規格番号	呼び径 (A)	適用管 外形	フランジ各部寸法				ボルト穴			ボルトネジ の呼び
			D	t	f	g	C	数	h	
JIS5K	10	17.3	75	9	1	39	55	4	12	M10
	15	21.7	80	9	1	44	60	4	12	M10
	20	28.2	85	10	1	49	65	4	12	M10
	25	34.0	95	10	1	59	75	4	12	M10
	32	42.7	115	12	2	70	90	4	15	M12
	40	48.6	120	12	2	75	95	4	15	M12
	50	60.5	130	14	2	85	105	4	15	M12
	65	76.3	155	14	2	110	130	4	15	M12
	80	89.1	180	14	2	121	145	4	19	M16
JIS10K	10	17.3	90	12	1	46	65	4	15	M12
	15	21.7	95	12	1	51	70	4	15	M12
	20	28.2	100	14	1	56	75	4	15	M12
	25	34.0	125	14	1	67	90	4	19	M16
	32	42.7	135	16	2	76	100	4	19	M16
	40	48.6	140	16	2	81	105	4	19	M16
	50	60.5	155	16	2	96	120	4	19	M16
	65	76.3	175	18	2	116	140	4	19	M16
JIS15K	10	17.3	90	12	1	46	65	4	15	M12
	15	21.7	95	12	1	51	70	4	15	M12
	20	28.2	100	14	1	56	75	4	15	M12
	25	34.0	125	14	1	67	90	4	19	M16
	32	42.7	135	16	2	76	100	4	19	M16
	40	48.6	140	16	2	81	105	4	19	M16
	50	60.5	155	16	2	96	120	8	19	M16
	65	76.3	175	18	2	116	140	8	19	M16
JIS20K	10	17.3	90	14	1	46	65	4	15	M12
	15	21.7	95	14	1	51	70	4	15	M12
	20	28.2	100	16	1	56	75	4	15	M12
	25	34.0	125	16	1	67	90	4	19	M16
	32	42.7	135	18	2	76	100	4	19	M16
	40	48.6	140	18	2	81	105	4	19	M16
	50	60.5	155	18	2	96	120	8	19	M16
	65	76.3	175	20	2	116	140	8	19	M16
	80	89.1	200	22	2	132	160	8	23	M20

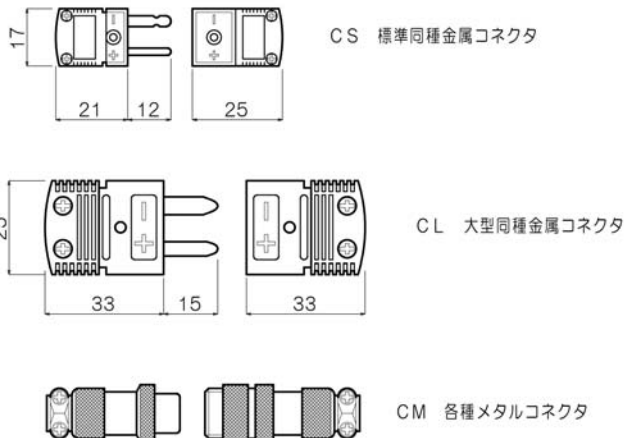
■ ターミナル



■ リード端末仕様

熱電対温度センサ/白金測温抵抗体温度センサは下記の端末仕様よりご選択頂けます。

記号	仕様
Y	M4Y端子
Y3	M3Y端子
R	M4丸端子
R3	M3丸端子
N	ムキのみ
YE	M4Yアース付
RE	M4丸アース付
CS	標準同種金属コネクタ(熱電対専用)
CL	大型同種金属コネクタ(熱電対専用)
CM	メタルコネクタ付(白金測温抵抗体専用)



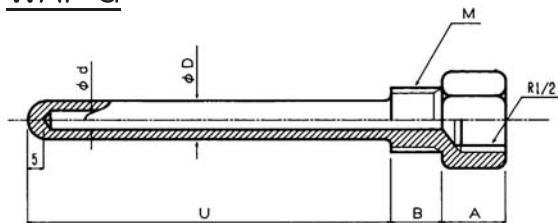
■ ウエル・保護管(くり抜き型)

ウエルはガスや液体が高速で移動している箇所、粘性の高い流体、圧力の高い箇所、そして腐食性のガスや液体の温度計測の際、温度センサの保護管として使用されます。一般にセンサ交換時にプロセスの運転を停止する必要がありません。材料の種類は豊富にありますので、使用条件に適した金属材料を選択できます。
※低コストのパイプ溶接型も製作しております。

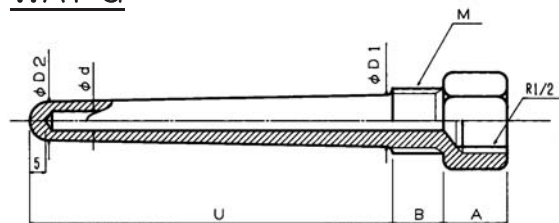
A ねじ込み型平行ねじ

パッキンを使用してプロセスに固定でき、主に高圧用として使用されます。

WAF-G



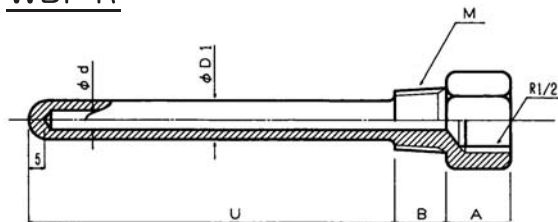
WAT-G



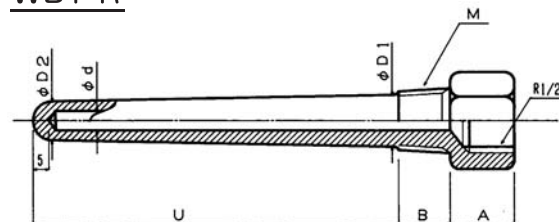
B ねじ込み型テーパねじ

テーパねじですので容易にプロセスに固定でき、最も普及しています。また、取り付け後にシール溶接を施す場合もあります。

WBF-R



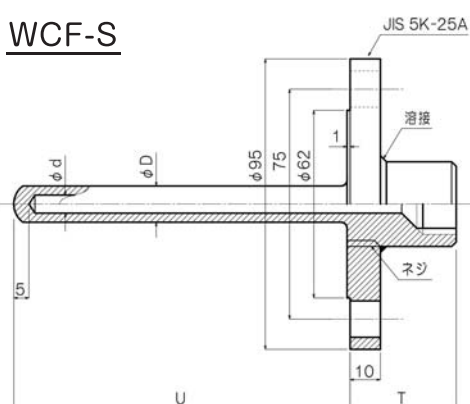
WBT-R



C フランジ型(ねじ固定後溶接シール型)

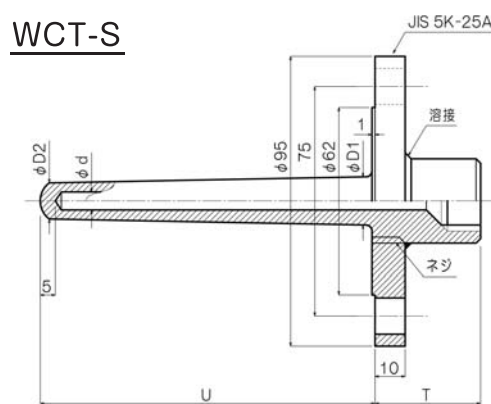
各種フランジに対応できます。

WCF-S



WCF-S

WCT-S



WCT-S

MEMO

計測制御機器事業

温度制御をはじめ様々なニーズの機器を開発致します。

目次

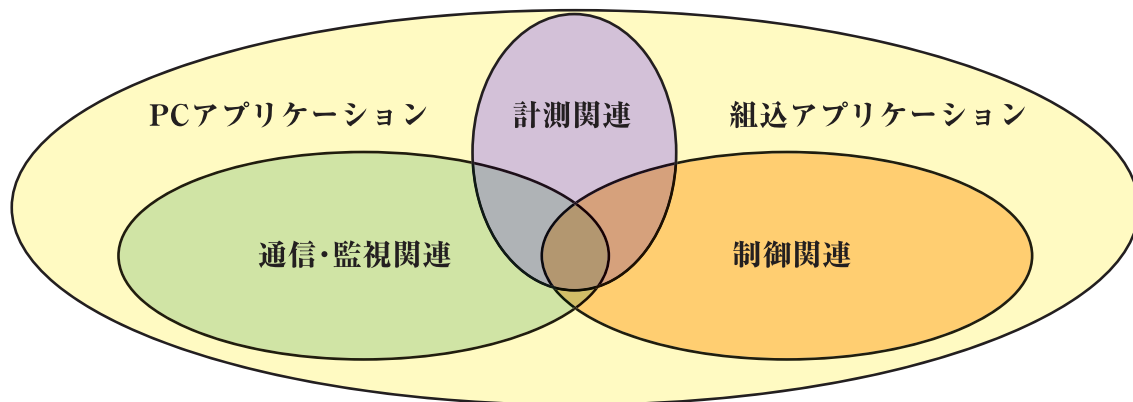
基板事業 P 58

■ カスタムボードの開発・生産

産業用機器から家電製品まで、さまざまな分野で製品の頭脳として活躍する各種マイコンボードをはじめとする電子制御ボードを、お客様のニーズにあわせて製品開発・設計から生産およびアフターサービスまでお受けします。

温度制御に関しては、独自設計による制御方式を構築しており、ハードウェア(筐体・機構・電気・電子・基板)からソフトウェア(組込アプリケーション・PCアプリケーション)開発まで対応できます。

小ロットからの対応も可能です。



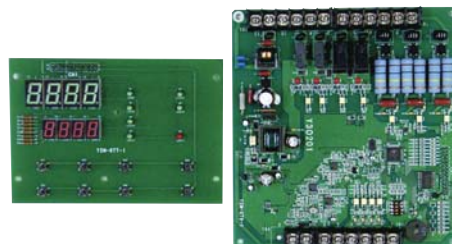
< 開発商品実例 >

金型温度コントロール基板

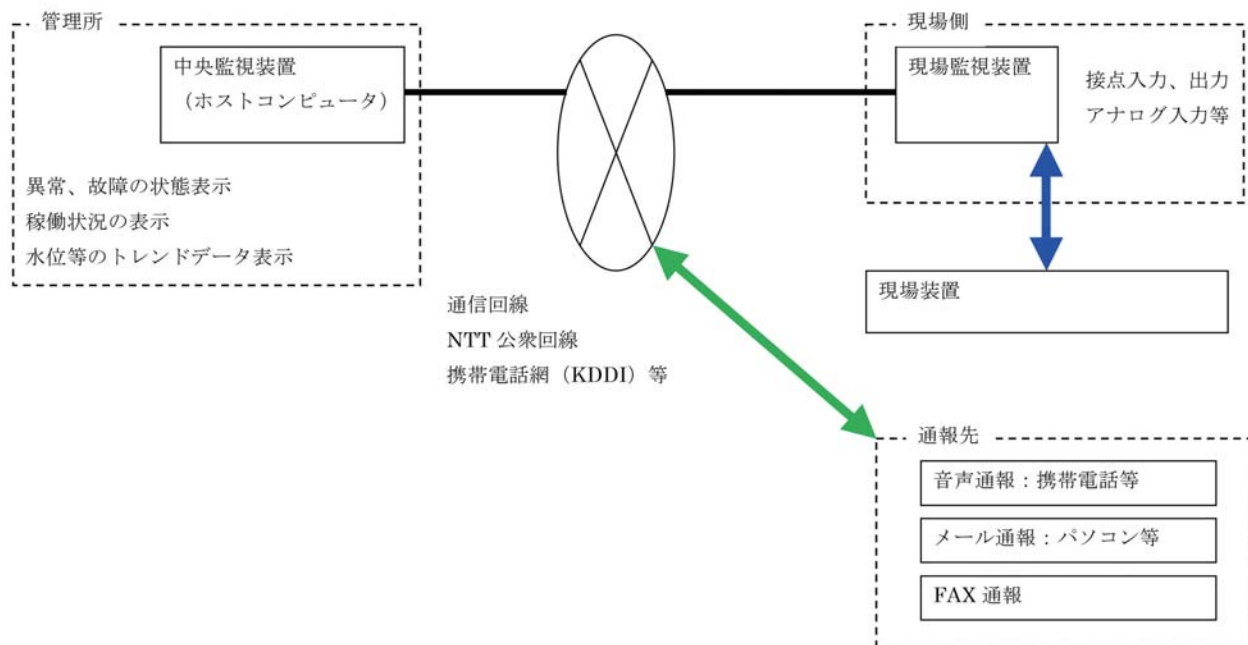
プラスチック成形機用金型の温度コントロールを行います。

温度センサからの入力を数値表示(℃)に変換

加熱冷却PID制御(SSR出力)、シーケンス制御(デジタル入力、リレー出力)、逆相検知機能も備えています。



集中監視装置システム



通信対応4CH温度調ユニット

1台で温度調節機能を4点搭載しています。

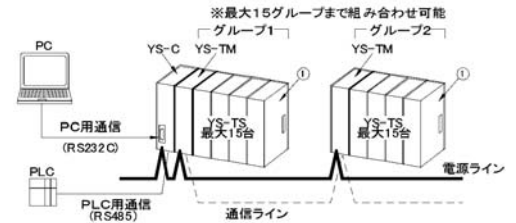
1台の親機に対して、メインユニットだけでも最大15台まで連結可能です。(RS485通信接続)

更に、1台のメインユニットに対しても最大15台のサブユニットを連結できます。(RS485通信接続)

最大CH数=15台(M)×15台(S)×4CH
=“900CH”の温度制御が可能です。

コミュニケーションユニットを組み合わせることにより、シーケンサ(PLC)及びパソコン(PC)による遠隔監視も可能です。(RS232C、RS485通信)

専用パソコンソフトもあります。



通信対応16CH温度測定基板

1台で温度測定機能を16点搭載しています。

コミュニケーション基板を組み合わせるとシーケンサ(PLC)及びパソコン(PC)による遠隔監視ができます。(RS232C、RS485通信)

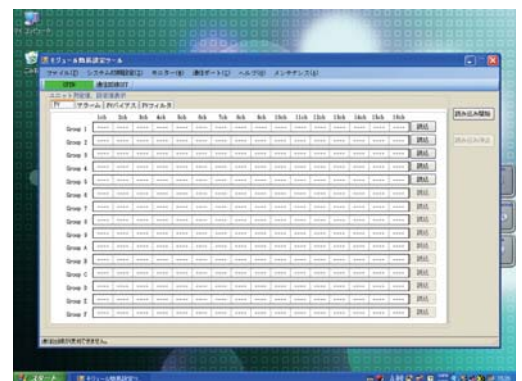
1台のコミュニケーション基板に対して、最大10枚まで連結可能です。

最大CH数=10枚×16CH
=“160CH”の温度測定が可能です。



専用パソコンソフト画面

各温度測定値、設定値、その他パラメータ等の設定ができます。



MEMO



株式会社 **八洲測器**

<http://www.yashimasokki.co.jp/>

〒335-0031 埼玉県戸田市美女木1163-1
TEL:048-421-3126 FAX:048-421-3201