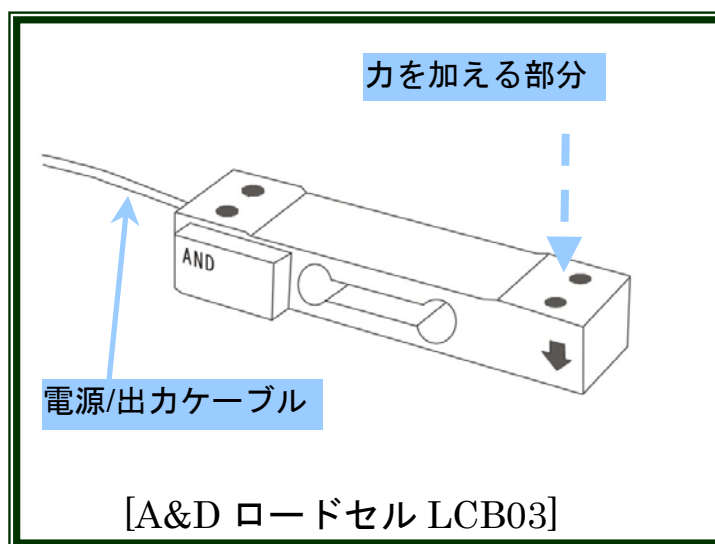


1.1. ロードセルとは何ですか？

ロードセルとは、力(質量、トルク)を検出するセンサーです。
力を加えると、それを電気信号に変換します。
荷重(力)を電気信号に変換する荷重変換器とも呼ばれます。

力を加えるとロードセルはそれを検出します。さらに、検出した荷重を電気信号に変換して出力します。

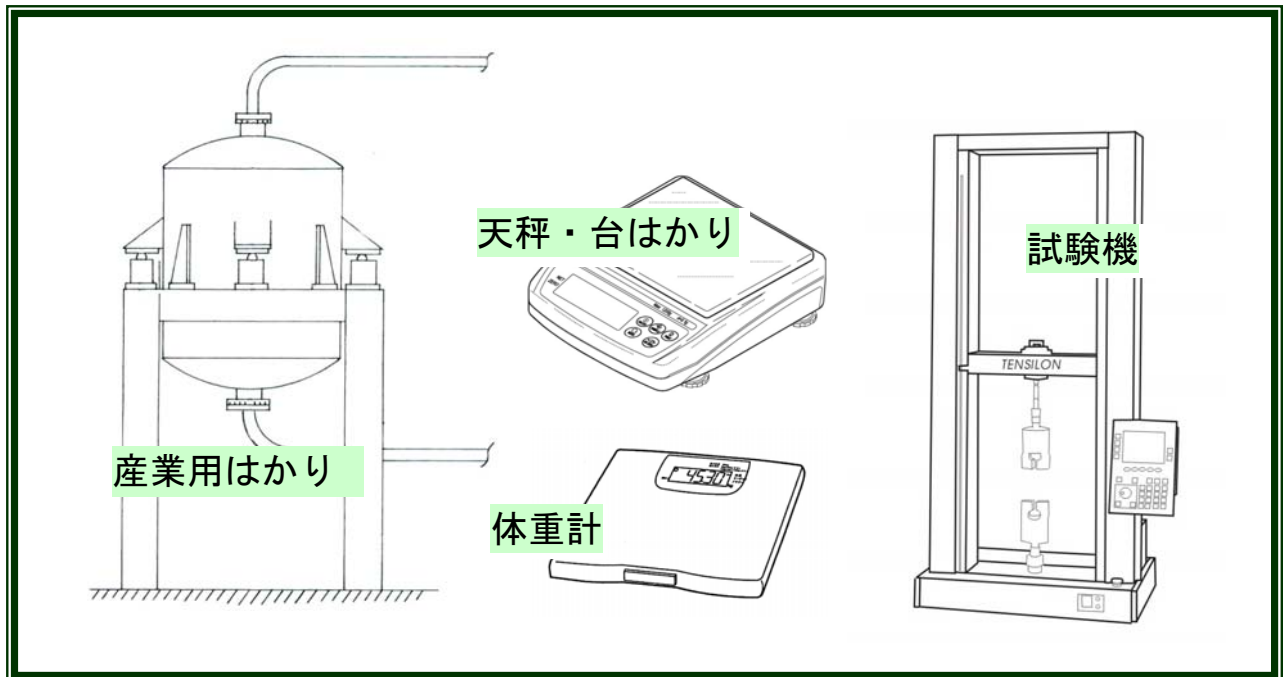
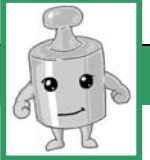


辞書では‘おもさを数字で表示する電子はかりに必ず必要な重さ測定装置’
と説明されています。

英語では LOADCELL であり、訳してロード (LOAD=力を加える) セル
(CELL=単位素子) となります。

また、力を測定できるセンサーは、ばねやピエゾフィルムを利用したセンサー、
圧縮素子、変位センサーなどがあり、他にも色々なセンサーがあります。
ロードセルの中にも磁歪式ロードセル、静電容量型ロードセル、ジャイロ式
ロードセル、ひずみゲージ式ロードセルなどがあります。

1.2. ロードセルはどんなところで使われていますか？



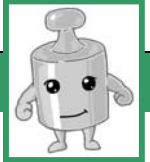
「力測定」が行われているところであれば、どこでも使うことができます。

ロードセルは直接、皆さんの目にふれることは少ないですが、主に電子はかり、試験機、流量計、産業用はかり、各種測定器などで使われています。

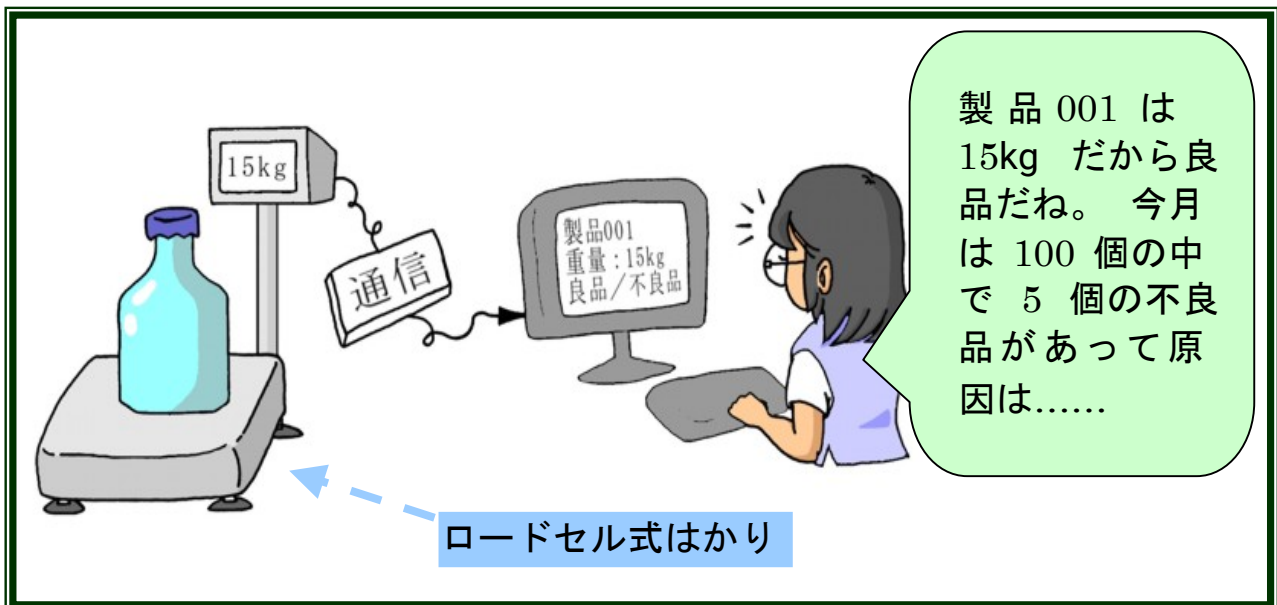
その種類、形も様々です。



1.3. ロードセルにはどんなメリットが考えられますか？

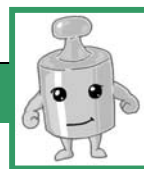


急速な産業の発展とともに様々な業界において、品質向上や生産性向上、そしてコストダウンのために生産物の重さ（質量）を測定し、そのデータを電子化する必要性が高まりました。電子化されたデータは検査やデータの集計などに利用されています。



質量をはかる測定器（システム）の中で、センサーとしてのロードセルは物理的な力を電気信号に変換します。電子化された信号はコンピューターなどを利用してモニタ表示、印刷、データの保存などを行うことができます。

その時、より速く、精密に測定するためにロードセルを利用します。ロードセルは他のセンサーと比べて比較的値段が安くて寿命が長い利点があります。



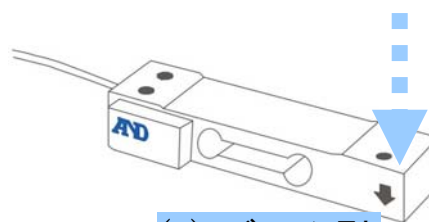
1.4. ロードセルにはどのような種類がありますか？

外形によるロードセルの分類は次のようになります。

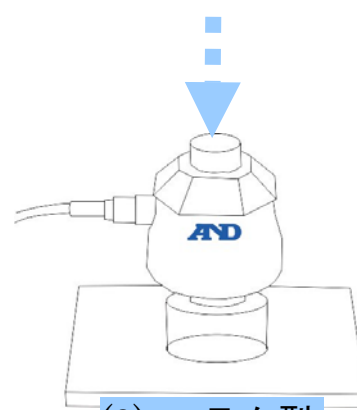
ロードセルは大きく分けて四つの種類があります
右の図をご覧ください。

- (1) ビーム型ロードセル
(引張、圧縮型)
- (2) コラム型ロードセル (圧縮型)
- (3) S字型ロードセル
(引張/圧縮型)
- (4) ダイヤフラム型ロードセル
(圧縮型)

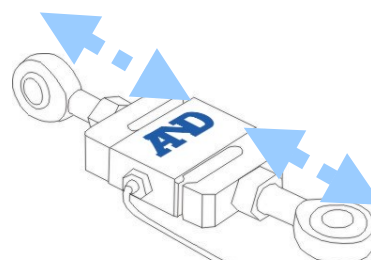
... ➡ は力を加える方向です。



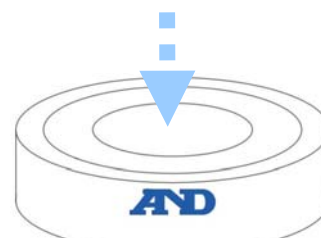
(1) ビーム型



(2) コラム型



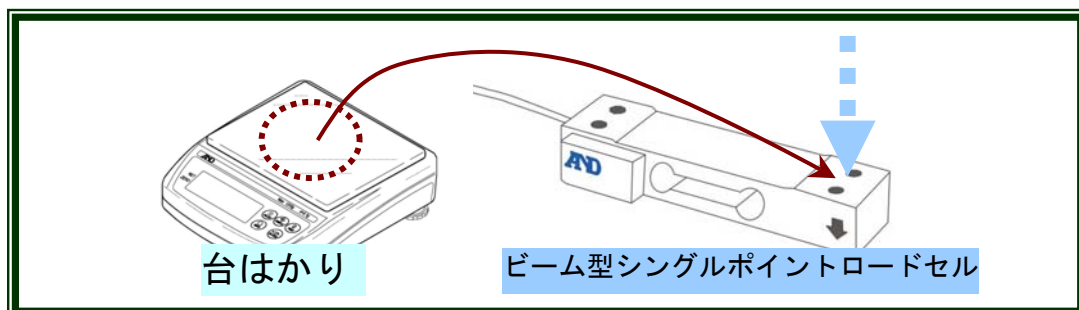
(3) S字型



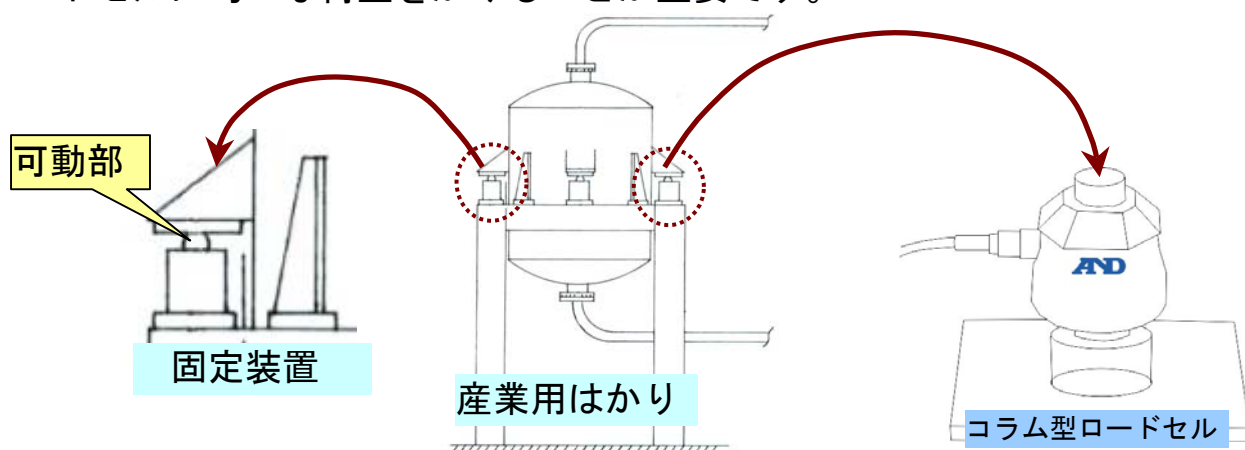
(4) ダイヤフラム型

使う場所に適した構造と容量を持つロードセルを使うことが重要です。

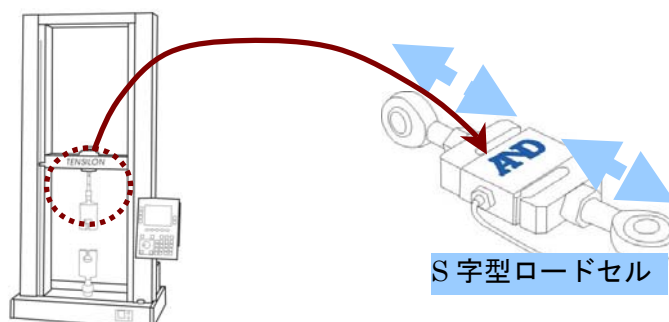
- 例 1) 一般的な台はかりには、シングルポイントのロードセルがよく使われています。計量皿の中心部の下にシングルポイントロードセルのロード部分が位置しています。(本編を参考にしてください)



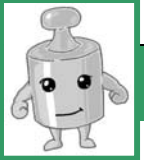
- 例 2) 産業用の場合にはタンク、ホッパにはビーム型、コラム型のロードセルが多く使用されます。1本～数本まで使いますが、数本使う場合は各ロードセルに均一な荷重をかけることが重要です。



- 例 3) 引張力を測定するときには、S字型ロードセルがよく使われています。



1.5. ロードセルの測定原理はどのようなものですか？



ロードセルの測定原理は次のようになります。

図1をご覧ください。ロードセルの表面にひずみゲージというものが貼り付けられています。ひずみゲージは、変形するとその変形の量に応じて抵抗値が変化するセンサーです。



ひずみゲージ

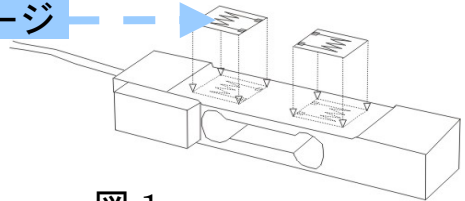


図1

- 1)ロードセルが変形する
- 2)ひずみゲージも変形する
- 3)ひずみゲージの電気抵抗値が変化する

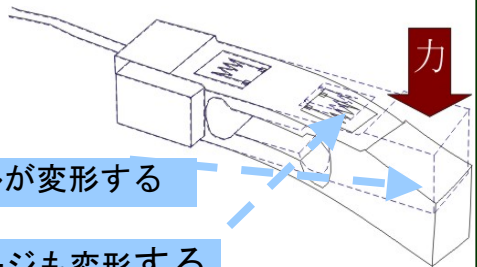
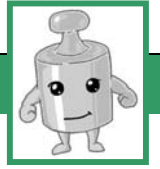


図2

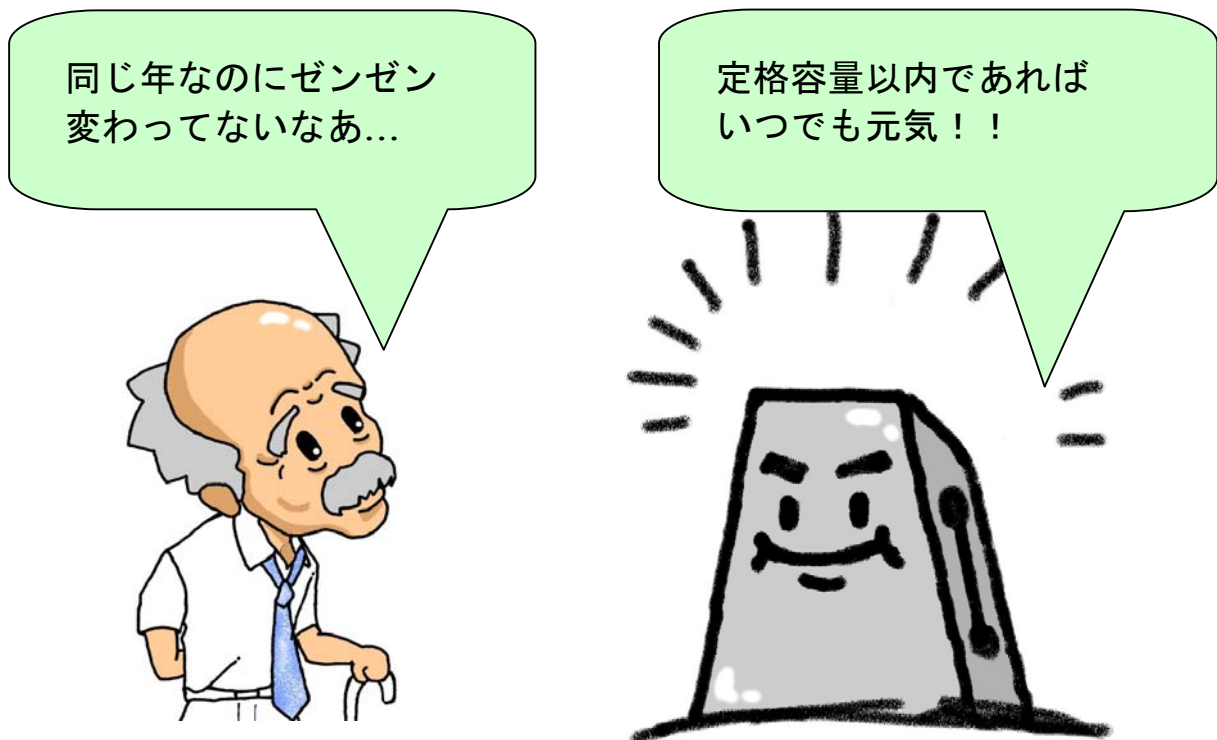
図2のようにロードセルに力を加えるとロードセルが変形します。同時にひずみゲージも変形します。ひずみゲージが変形するとその抵抗値が変化します。ロードセルの電源端子に電圧を加えると、出力端子からはひずみゲージの抵抗値の変化に比例する電圧が出力されます。ロードセルは、このような原理で力を電気信号に変換しています。ただし、実際のロードセルの変形は目では見えないほど微小です。



1.6. ロードセルの寿命はどのくらいですか？

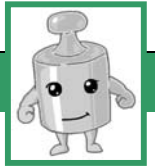
ロードセルの材質は一般的に金属が用いられています。
(アルミ、鉄、ステンレスなど)

ロードセルの仕様項目の中に疲労寿命というものがあります。
定格容量（ロードセルの性能範囲内で加えられる力の上限値）で何回負荷をかけることができるかを表しています。
たとえば、疲労寿命を1000000回とすると、定格容量で1000000回ぐらい負荷を加えることができます。
1000000回以上になった場合には、仕様に定められた性能が出なくなることも考えられます。



急に衝撃を加えたり、定格容量以上の力を長時間加えたりするとロードセルが壊れてしまいます。しかし適切な使用や管理、保護が正しくなされていた場合には半永久的に使うことも可能です。

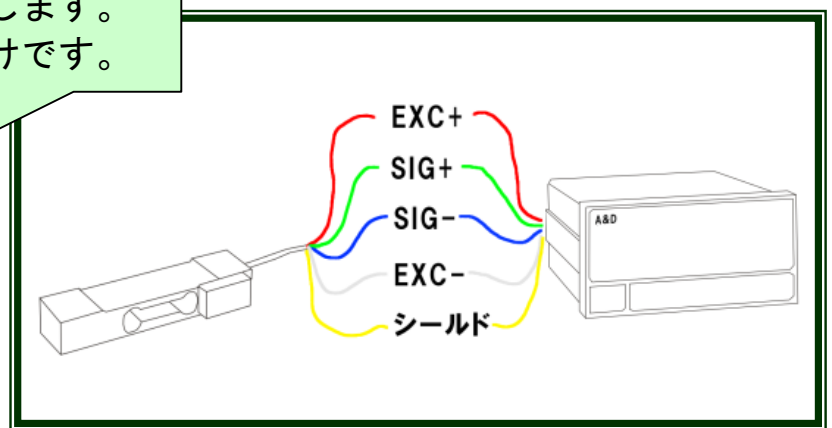
1.7. ロードセルはどのように使用すればよいですか？



ロードセルは力（重量）を受けて電気的な信号に変換する変換機です。この電気信号を表示、利用する時は表示器、パソコン、測定器などが使われます。出力値の表示、データベースへの保存、プリンタでの印刷など、様々な処理をするわけです。

ここではロードセルの使い方として表示器を接続する方法を説明します。ロードセルのケーブルは印加電圧線2芯（±）、出力信号線2芯（±）、合わせて4芯のシールド付きケーブルとなっています。

EXC は印加電圧線
SIG は出力信号線
シールドは接地をあらわします。
端子名を合わせて繋ぐだけです。

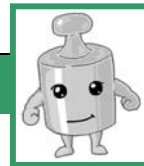


誤差を少なくするためにセンシング線2芯（±）を追加した6芯のシールド付きケーブルを使う場合もあります。

ロードセルの取扱説明書に各端子名と色が書いてあります。表示機の取扱説明書にも同じ内容が書いてありますので、端子名と色を合わせてつないてください。

接続した後はキャリブレーションや各種のオプションの設定が必要です。このような設定は製品によって異なりますので、取扱説明書を必ずお読みください。

1.8. ロードセルはどのように選べばよいでしょうか？



選ぶポイントは次のようになります。

1. 計量を行うのにどのような方法が最良であるかを判断し、ロードセルの負荷条件を決めます。(引張、圧縮、曲げなど)
2. 定格容量の選定は次のような計算で行います。

ロードセルの定格容量>

$(\text{動係数} \times \text{負荷荷重} + \text{初期荷重}) \times \text{偏芯係数} \times \text{アンバランス係数} \div \text{ロードセルの数}$

動係数（計量物を投入する際、落下などの衝撃により投入された質量以上の荷重が掛る事を考慮する係数）：(1.1~1.5) 通常 1.3

偏芯係数（計量物がタンク内で偏って投入されることにより、特定のロードセルに荷重が集中する事を考慮する係数）：(1.1~1.3) 通常 1.2

アンバランス係数（装置を支持する際、3点支持では安定しますが、4点以上の場合、不均衡になる事を考慮する係数）：(N≤3の時は1.0、N≥4の時は1.2)

負荷荷重：測定物の最大質量（ひょう量）

初期荷重：風袋で装置のタンク部分などの質量

ロードセルの数：使用するロードセルの数

負荷荷重を3kgとし、使用するロードセルの数を1とすると、ロードセルの定格容量は3.9kgと言う結果になります。3kgを計るためには3.9kg以上の定格容量のロードセルが必要になります。

3. 必要とする分解能が表示できるかどうか
4. ロードセルの強度による選定

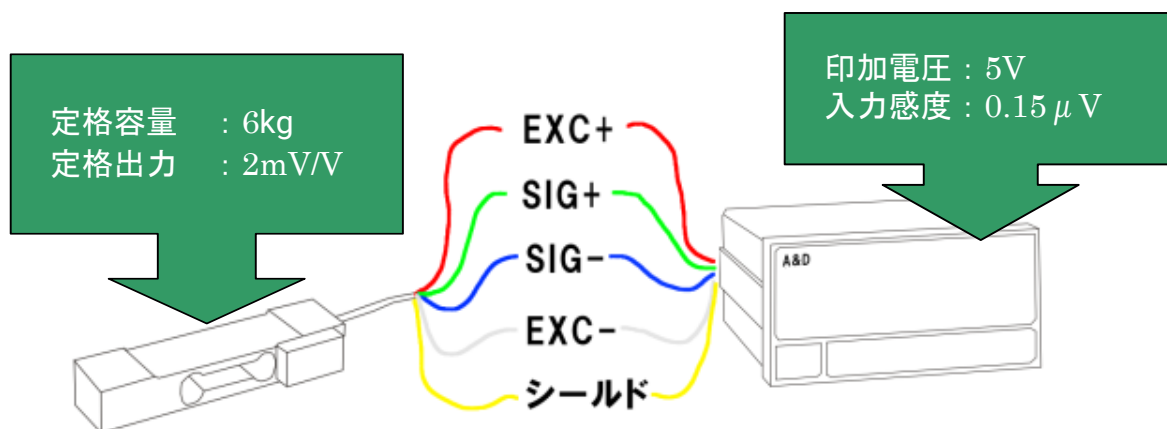


ロードセルの容量が大き過ぎると微量の計測が難しくなります。

強度も重要ですね。
急な衝撃も考えられますので.....

ロードセルの精度にあわせた表示器の選定も必要だと思います。

通常のインジケータとロードセルをつなぐ時の例です。
 3kg を計るために定格容量6kg のロードセルを準備しました。
 インジケータを使って表示するつもりですが、どんなインジケータを使えばいいでしょうか。ロードセルとインジケータの仕様は次のようになります。



まずロードセルの定格出力をみると2mV/Vと書いてあります。これは1Vの電圧を印加した時、定格容量を負荷する事で2mVの出力が出ることを表します。インジケータからの印加電圧は5Vですので、定格容量を負荷すると10mVが出力されることとなります。

上の例では 3kgの荷重を掛けると5mVが出力されることとなります。

荷重 3kg → 5mV 出力電圧

その時 0~3kg まで 0.1g 単位で表示するとします。

この 0.1g を最小表示と言います。3kg を 30000 個のメモリ (0.1g) で分けて測定しますので $\frac{1}{30000}$ の分解能だと言います。

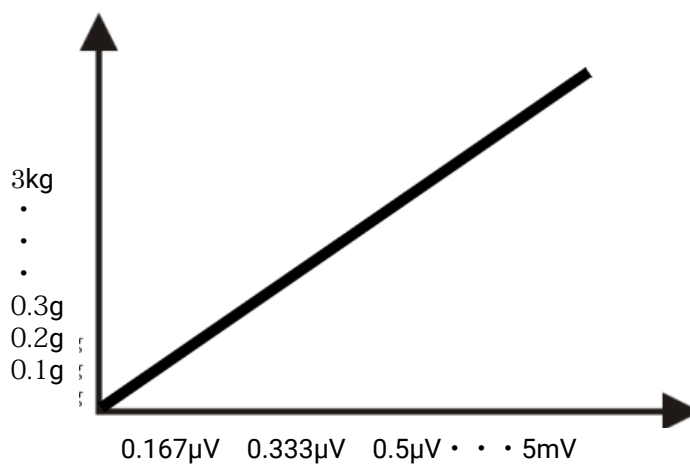
0.1g あたりに次のような

$$\frac{5 \text{ mV}}{30000} = 0.000167 \text{ mV} = 0.167 \mu\text{V}$$

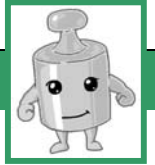
となります。

インジケータの入力感度は 0.15 μ V です。この値が 0.167 μ V より小さいのでこのインジケータは使えます。もし入力感度が 0.167 μ V より大きい場合 0.1g 表示は難しくなります。

荷重と出力電圧の関係をグラフで表しました。
これは理想的な結果です。
本編はロードセルの出力を理想的な値に近づけるための様々な方法が書いてあります。

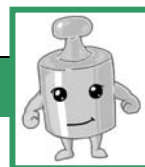


1.9. ロードセルはいくらぐらいするものですか？



ロードセルの値段は、幅広くなっています。定格容量、ロードセル材質、精度、形、使用環境などの条件によって変わり、数万円から数百万円ですから、使用条件を十分に検討して最適のロードセルを使用することが大切になります。

1.10.どこで購入することができますか？



エー・アンド・デイは、長年ロードセルとともに歩んでまいりました。
ロードセル関係のご商談、お問い合わせなどがありましたら、お気軽に最寄りの営業所までご連絡下さい。



エー・アンド・デイ国内拠点一覧

<https://www.aandd.co.jp/company/domestic.html>