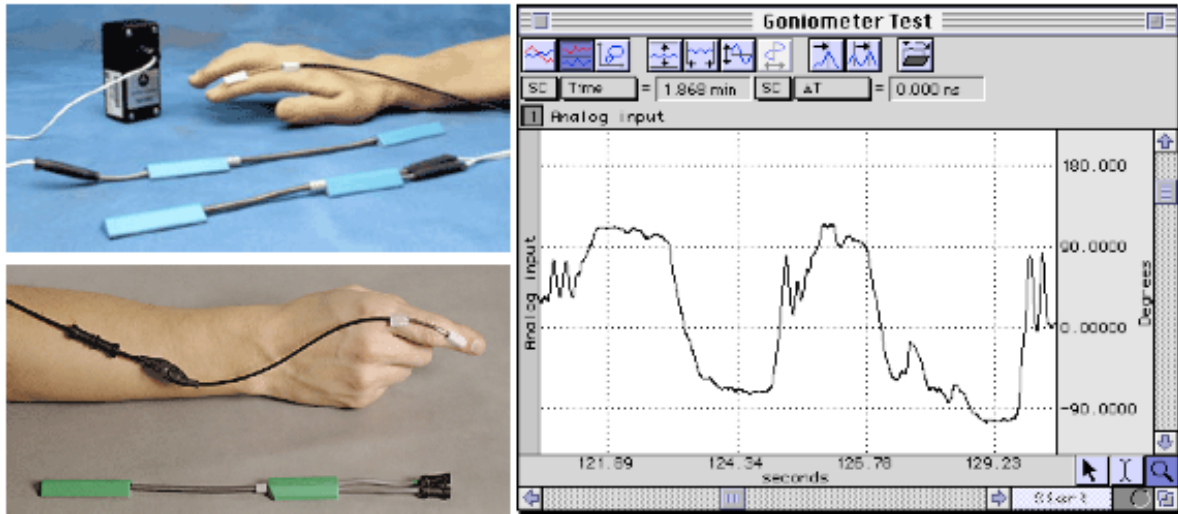


アプリケーションノート 140: BIOPAC ゴニオメーター & 捻りメーターでの角度測定



上記の例では、DA100C アンプに TSD130A が接続されており、DA100C のゲインは 1,000 に設定され、約 $+90^{\circ}$ ~ -90° の範囲で角度を測定する為に AcqKnowledge を使用しています。

Transducer	MP1XX (DA100C)	MP3X/MP45	TEL100C	BN-GONIO
Twin-axis Goniometer 110	TSD130A	S20L	SS20	BN-GON-110-XDCR
Twin-axis Goniometer 150	TSD130B	S21L	SS21	BN-GON-150-XDCR
Torsiometer 110	TSD130C	S22L	SS22	BN-TOR-110-XDCR
Torsiometer 150	TSD130D	S23L	SS23	BN-TOR-150-XDCR
Single-axis Goniometer 35	TSD130E	S24L	SS24	BN-GON-F-XDCR

BIOPAC 社製ゴニオメーターと捻りメーターは、四肢の角運動の測定用に設計されています。ゴニオメーターは、角度位置を比例電気信号に変換します。ゴニオメーターは、特定の軸に沿って（周辺で）曲げひずみを測定するゲージ要素を組み込んでいます。

BIOPAC 社製ゴニオメーターは目立たなく軽量で、両面テープを使用して身体の表面に取付けることができます（サージカルテープなどで固定することも可能です）。ゴニオメーターは、手足が動く際に 2 つの取り付け位置間の距離の変化を補正する伸縮式エンドブロックを有しています。ゲージ機構は、多軸性関節の正確な測定を可能にします。全てのセンサは、BIOPAC システムに直接接続します。データは、通常的环境下で被験者が自由に動ける状態で記録することが可能です。

曲げひずみは、軸に沿った角度移動量の合計に比例します。ゲージを曲げる力は非常に小さいため、出力信号は独自の角度シフトの比例関数となります。

2 軸ゴニオメーター

同時に2つの直交面について角回転の測定が可能なデュアル出力デバイスです。ゴニオメーターは、2つの直交回転軸を中心にして同時に測定できます。（例：手首の屈曲/伸展および橈骨/尺骨偏位）

一手首または足首 **TSD130A/SS20L/SS20/BN-GON-110-XDCR** を使用

一肘、膝または肩 **TSD130B/SS21L/SS21/BN-GON-150-XDCR** を使用

捻りメーター

屈曲とは対象的に（胴体、脊椎、または首などの）捻り角を測定します。捻りメーターは、一つの軸を中心とする回転を測定します。（例：前腕回内/回外）

一首 **TSD130C/SS22L/SS22/BN-TOR-110-XDCR** を使用

一胴体または脊椎沿い **TSD130D/SS23L/SS23/BN-TOR-150-XDCR** を使用

1 軸ゴニオメーター

指関節の動きを測定するために設計されており、1つの軸のみで角度を測定します。

一指、親指またはつま先 **TSD130E/SS24L/SS24/BN-GON-F-XDCR** を使用

被験者への取付け

トランスデューサは様々な用途で使用できる様に設計されています。アプリケーションが広範囲なため、推奨される取付け方法は一つとは限りません。多くの場合、取付けには標準的な医療用粘着テープが適しています。BIOPAC社製のテープ（TAPE1, TAPE2）を使用する事を推奨しています。

1. ゴニオメーターのエンドブロックの下面に両面テープを貼付けます。
2. 被験者にテープを貼り、ゴニオメーターの伸縮が行える様にします。関節が完全に曲げられた際に、ゴニオメーターも完全に伸展しなければなりません。
3. 被験者の上で2つのエンドブロックをしっかりと押さえ、ゴニオメーターが関節の上に平らに取付けられている事を確認してください。関節が伸展された際、ゴニオメーターは“U字形”になるようにします。
4. より確実な固定のために、片面医療用テープを各エンドブロックに一巻きします。
5. ケーブルがコネクタ部やゴニオメーターを引っ張ったり、外れたりしない様にするためにテープで留めて固定します。

長時間の記録から正確な結果を得るために

被験者にエンドブロックを両面テープを使用して取り付けて、エンドブロックの上に片面テープを巻きつけます。テープがばねに接触しないようにしてください。ケーブル、コネクタ部もまた、ゴニオメーター近くにテープで固定してください。

急激な動きに関連するアプリケーションの場合

センサ全体とケーブルに“ネット状”包帯を取付けます。これは、指用ゴニオメーター

(TSD130E/SS24L/SS24/BN-GON-XDCR) には使用出来ません。

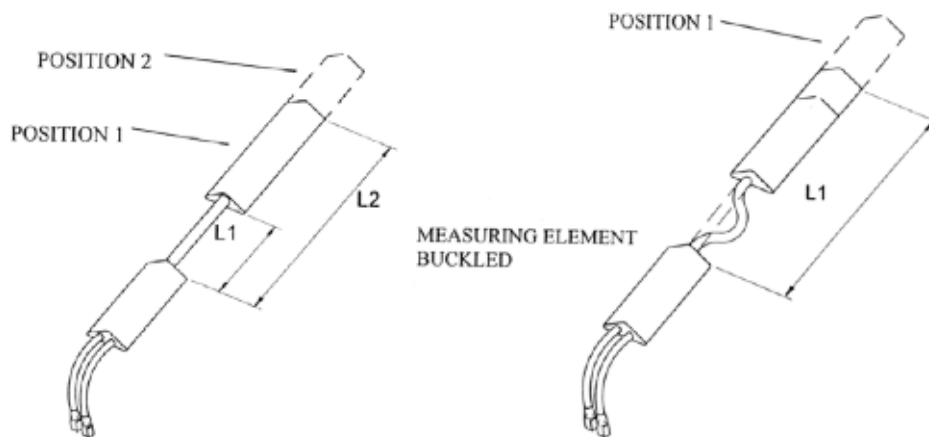
ゴニオメーターが関節にまたがって取付けられた場合、センサの測定要素の回転中心は、関節の回転中心と一致しない可能性があります。(例：手首の屈曲/伸展を測定する場合) 関節が決まった角度を移動すると、2つの取付け位置間の相対的な直線距離が変化します。これを補正するために、全てのセンサは、過剰延伸またはゆがむ測定素子のない Z-Z 軸に沿って、2つのエンドブロック間の直線変位の変化を可能にする伸縮式のエンドブロックに取付けられています。

無負荷状態もしくは未延伸位置では、2つのエンドブロック間の距離は L1 となります。

エンドブロックを互いに遠ざけるように軽い力を加えると、この長さは L2 の最大値まで増加します。

力を加えるのを止めると、2つのエンドブロック間の距離は自動的に L1 に戻ります。

これはいくつかの利点をもたらします：精度が向上します。センサは快適に装着することが可能で、普通の衣服の下では目立ちません。骨格に対してセンサが移動する傾向が低減されます。



互いに向かって直線的に2つのエンドブロックを軽い力で押した場合、測定素子がゆがむ事で距離 L1 の長さが減少します。

- ゆがみは、ゴニオメーターおよび捻りメーターセンサの精度に悪影響をもたらすので、実際に生じないようにするため、もっとも一般的に測定される関節に関する (10 ページ) 取り付け説明書が提供されます。

どのセンサのサイズがどの関節に最も適しているかを示す指標はありません。(被験者の体格差によるため)

一般的には、皮膚と下部の骨格構造間に最小限の動きが生じる位置に2つのエンドブロックが取付けられるように、センサは関節を越えることができなければなりません。特定の状況では、複数のサイズのセンサが適切となります。

注意

1. 指示通りにゴニオメーターと捻りメーターのセンサを取り扱うように注意してください。誤った操作は不正確なデータ、装置寿命の低下、あるいは不具合が生じる可能性があります。
2. 特に被験者からセンサの取り付けや取り外しの際に、常に各ゴニオメーターと捻りメーターの最小曲げ半径に注意してください。これを超えてしまうと、装置寿命の低下や故障の原因となります。
3. 決して測定素子および/または保護用ばねを引っ張って、被験者からゴニオメーターを取り外さないでください。特に測定素子がエンドブロックに入る位置で、最小許容曲げ半径を越えないように確認し、エンドブロックを個別に、そして慎重に取り外します。
4. 測定要素が常に“自然”な曲げ形状を形成することを確実にするために、ゴニオメーターを取付ける際は注意してください。素子に“U字形”形状が生じる場合、精度は低下します。
5. Y-Y 軸平面で指用ゴニオメーターを $\pm 20^\circ$ 以上に曲げないでください。装置寿命の低下および/または不具合が生じる可能性があります。
6. Z-Z 軸に関して、 $\pm 90^\circ$ の回転を越えないようにしてください。捻りメーター範囲を越えると、装置寿命の低下または不具合が生じる可能性があります。
7. ゴニオメーターおよび捻りメーターの清掃、消毒を行う前に、BIOPAC システムからトランスデューサの接続を外してください。

メンテナンス&サービス

センサの正しい機能を保証するための定期的なメンテナンスは必要ありません。

センサにはユーザーが修理できる部品は含まれておりません。

センサが故障した場合、ゼロシーセブン株式会社までご返送ください。

キャリブレーション

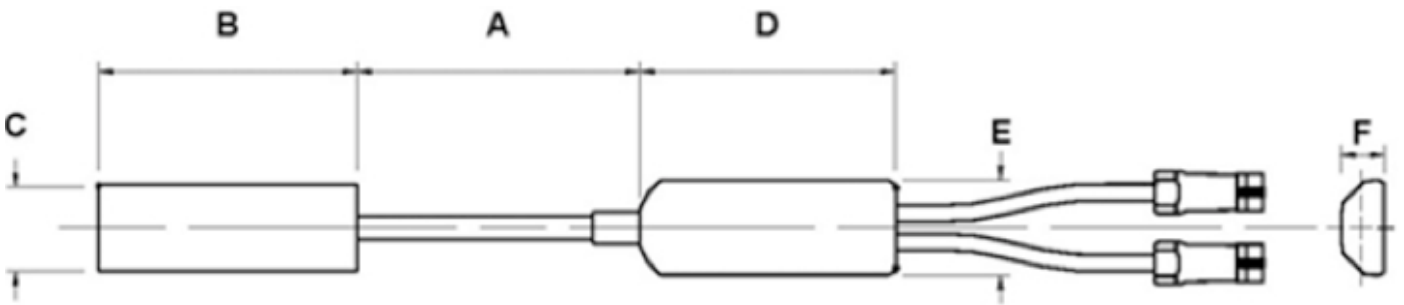
全てのゴニオメーターや捻りメーターを使用する際、特に被験者からのセンサを取り付け、取り外しするときに、**曲げ半径を超えない様に注意しなければなりません**。これを誤ると、装置寿命の低下や故障の原因となります。

センサはできる限り軽量になるように設計されており、最小の力で操作できます。これは、センサによる影響を受けることなく、関節の自由な動きを可能にします。センサは、エンドブロック間で定めた角度を測定します。BIOPAC 社製ゴニオメーターシリーズのいずれかを較正するには、ソフトウェアのキャリブレーション

ン機能 (Setup Channels 内) をご使用ください。

各ゴニオメーターは、回転軸ごとに DA100C アンプもしくは MP3X/45 アナログ入力が必要とします。従って 2 軸ゴニオメーターは、両方の回転軸を同時に測定するには、DA100C アンプ 2 台、もしくは MP3X/45 アナログチャンネルが 2 つ必要となります。推奨される励起電圧は、+5VDC です。DA100C のキャリブレーションにおいては MP ハードウェアガイド、MP3X/45 入力のキャリブレーションに関しては BSL ハードウェアガイドをご参照ください。

仕様



部品

MP1xx システムと DA100C	TSD130A	TSD130B	TSD130C	TSD130D	TSD130E
テレメトリーシステム TEL100C	SS20	SS21	SS22	SS23	SS24
MP36/36R/35/30/45	SS20L	SS21L	SS22L	SS23L	SS24L
BioNomadix シリーズ BN-GONIO	BN-GON-	BN-GON-	BN-TOR-	BN-TOR-	BN-GON-F-
	110-XDCR	150-XDCR	110-XDCR	150-XDCR	XDCR
チャンネル数	2	2	1	1	1
測定範囲	±150	±150	±150	±150	±150
直径 (mm)					
A. 最大	110	150	110	170	35
A. 最小	70	100	70	115	30
B.	60	70	60	70	18
C.	18	18	18	18	8
D.	54	54	54	54	15
E.	20	20	20	20	8
F.	9	9	9	9	5
曲げ半径 (mm) -最小値	18	18	18	18	3
重量 (g)	23	25	22	23	8
クロストーク ¹	±5%	±5%	N/A	N/A	N/A
公称出力	5 μV/degree (正規化 1V 励起)				
温度ゼロドリフト	0.15 角度/°C				
ケーブル長	6 m				
エンドブロック高さ	ケーブル端 9.4mm、遠位端 8.2mm				

トランスデューサタイプ	歪みゲージ
寿命 ²	最小 600,000 サイクル
精度	ニュートラル位置から 90° 以上で±2°
再現性	±1° 以上
アナログ分解能	無限
動作温度範囲	+0°C～+40°C
保管温度範囲	-20°C～+50°C
動作/保管湿度範囲	30%～75%
外気圧範囲	
動作	700hPa～1060hPa
保管	500hPa～1060hPa

¹ゴニオメーターのバイオメトリクス 2 軸 SG シリーズ全てにおけるクロストークの仕様は、±60° にわたって測定されます。例：関節が直交面で移動せずに、1 つの平面内でニュートラル位置から 60° 移動した場合、直交面のセンサ出力は最大±3° で変化する可能性があります。

²寿命試験の結果は、日常での使用中に発生し得る動きを通してセンサを循環させることで収集されました。例えば、成人の肘にセンサを配置し、ニュートラル位置から最大屈曲まで移動して、ニュートラル位置に戻る場合、ユニットは最低でも 600,000 サイクル機能します。

BIOPAC ゴニオメーターシリーズの概要

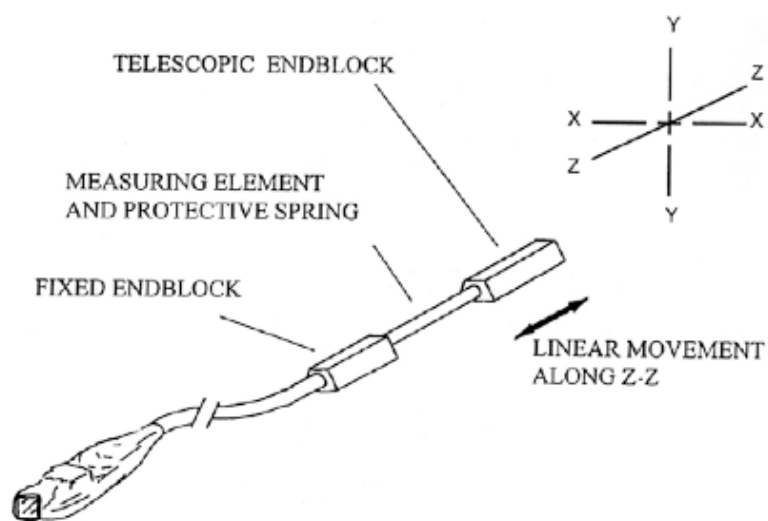
全ての計測機器と同様に、データを正しく解釈するには、使用前に動作原理（例：センサが何を計測するかなど）を理解することが役に立ちます。BIOPAC では 3 種類のセンサを製造しています：

1.

この 1 軸ゴニオメーターは、1 つの平面での角度の測定を可能にします。

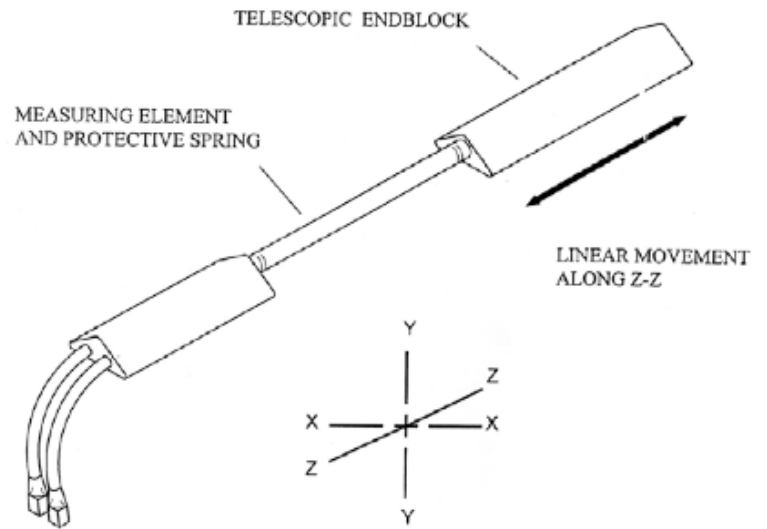
X-X 軸に回転させた際の角度が測定されます。ゴニオメーターは、Y-Y 軸についての回転を測定するには設計されていません。ニュートラル位置から±20°以上にユニットを曲げようとする、ユニットの寿命の低下や故障の原因となります。

寿命の低下や損傷が発生しないとしても、ゴニオメーターは軸 Z-Z についての回転を測定しません。このゴニオメーターは、主に指とつま先の屈曲/伸展の測定のために設計されています。



2.

2軸ゴニオメーターは、2つの平面での角度の同時測定を可能にします。（例：手首の屈曲/伸展および橈骨/尺骨偏位）X-X軸の回転は、グレーのコネクタを使用して測定されます。同様に、Y-Y軸の回転は、青い印の付いたコネクタを使用して測定されます。



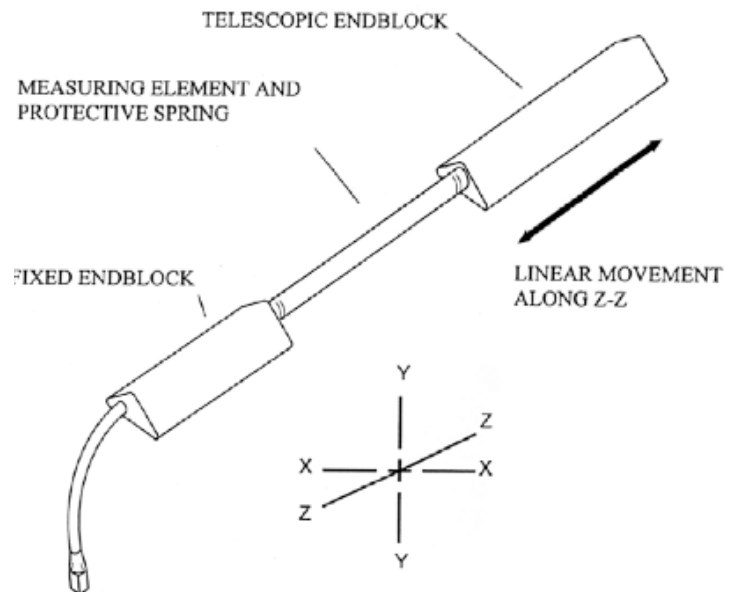
（ここで説明するように）ゴニオメーターが正しく取付けられていると仮定すると、2つのチャンネルの出力は、軸Z-Z沿いの直線変位とは無関係です。

Z-Z軸を中心とする回転は、測定できないことに注意しなければなりません。これらのゴニオメーターは同じ様に機能し、サイズのみが異なります。

3.

1軸捻りメーターは、1つの平面での回転の測定を可能にします。（例：前腕の回内/回外）Z-Z軸に沿ったエンドブロックの回転は、グレーのプラグから測定されます。

捻りメーターがX-XまたはY-Yの平面上で曲げられた場合、出力は一定のままとなります。全ての捻りメーターは同じ様に機能し、サイズのみが異なります。



注意！

捻りメーターは、 $\pm 90^\circ$ の範囲でZZに関する回転を測定します。

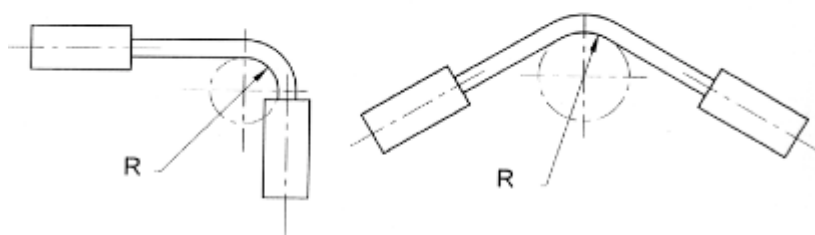
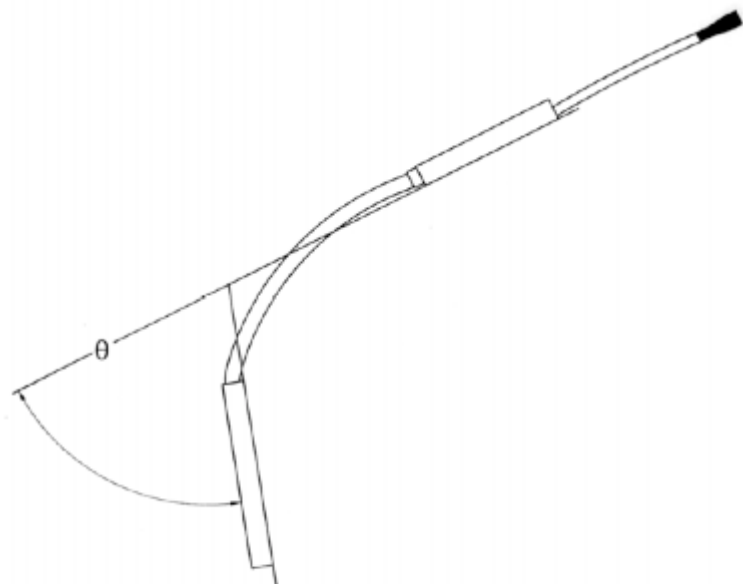
範囲を越える場合、装置寿命の低下や故障の原因となります。

動作原理は、3種類のセンサ全てにおいて同様です。2つのエンドブロック間に取付けられた保護用ばねのゲージ内に歪みを有している複合ワイヤがあります。2つの端部間の角度が変化するように、ワイヤの長さに沿った歪みの変化は測定され、角度に等しくなります。設計は、角変位のみが測定されるようなものとなります。

相対角度が変化することなく、伸縮式エンドブロックの端部が互いに対して直線的に移動する場合、出力は一定のままとなります。

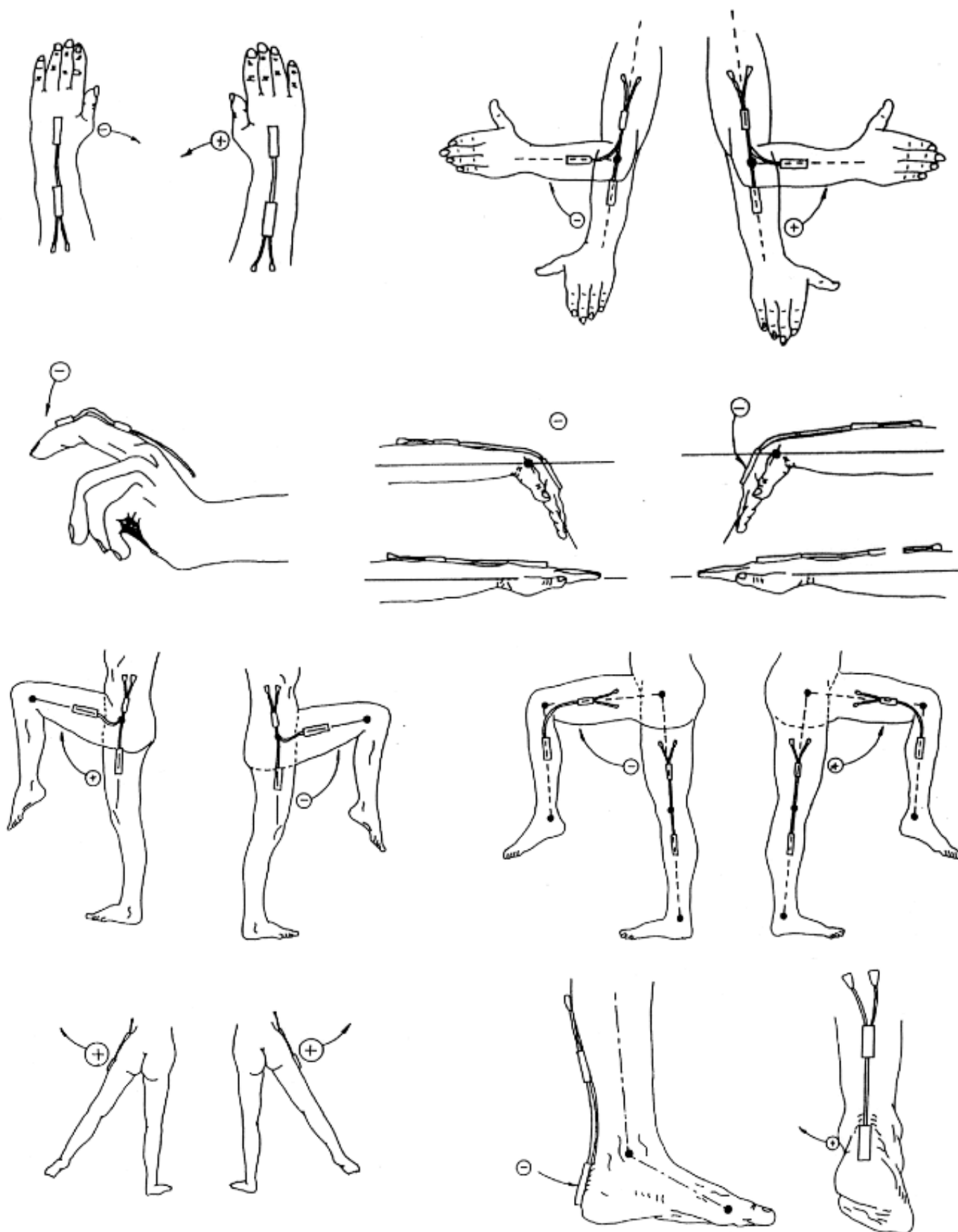
ゲージに誘発される歪みの量は、周りで曲げられるビームの曲げ半径に反比例

します。規定の最小許容曲げ半径を越える場合、装置寿命の低下や、深刻な場合は故障の原因となります。



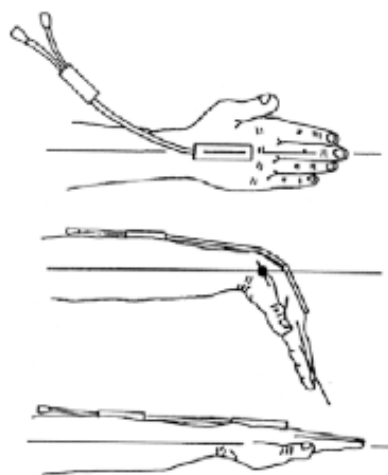
サイン規則

特定の関節におけるサイン規則は、センサが取付けられているのが身体のどちら側かによって異なります。次の図は、最も一般的な関節におけるサイン規則を示しています。



手首 - ゴニオメーター TSD130A/SS20L/SS20/BN-GON-110-XDCR

手の中央軸とエンドブロックが一致するように、手の甲に伸縮式エンドブロックを取り付けます。(上図-前頭面で見られる) 手首を完全に屈曲しながら(中央、下図) ゴニオメーターをポジション2 (3 ページ参照) まで伸ばし、背面から見た際に前腕の軸とエンドブロックが一致するように曲げたエンドブロックを前腕に取り付けます。手首は、ゴニオメーターをポジション1 と2 の間で自由にスライドさせることで、屈曲/伸展、外転/内転することが可能です。屈曲/伸展の測定はグレーのコネクタから得られ、外転/内転は青いコネクタから得られます。



足の複関節 - ゴニオメーター TSD130A/SS20L/SS20/BN-GON-110-XDCR

踵の後ろに伸縮式エンドブロックを取付けます。

測定中に予想される最大伸展まで足首を伸ばし、脚のエンドブロックの軸が一致するようにポジション1 (3 ページで示されている様に最大の長さ) のゴニオメーターで、固定されたエンドブロックを脚の後部に取付けます。

足首の屈曲/伸展はグレーのコネクタを使用して観察され、回内/回外は青い印の付いたコネクタを使用して観察されます。



肘 - ゴニオメーター TSD130B/SS21L/SS21/BN-GON-150-XDCR

前腕の中央軸と一致するエンドブロックの中央軸で、前腕に伸縮式エンドブロックを取付けます。肘を完全に伸ばした状態で、ゴニオメーターをポジション2 (3 ページで示されている様に最大の長さ) に移動させ、エンドブロックの中心と上腕の中央軸が一致するように、上腕に固定されたエンドブロックを取付けます。

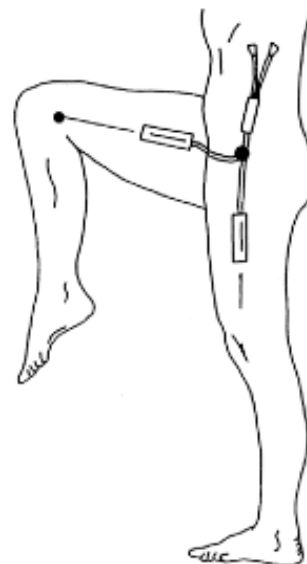
肘は、伸縮式エンドブロックがポジション1 と2 の間で自由にスライドさせることで、完全に伸ばすことが可能です。屈曲/伸展の測定は青い印の付いたコネクタから得られ、グレーのコネクタは不要です。伸縮式エンドブロックは、肘関節に最も近い前腕の半分に取り付けられることに注意してください。回内/回外の動きが行われると、少量でも屈曲/伸展の測定に影響を与えます。



股関節 - ゴニオメーター TSD130B/SS21L/SS21/BN-GON-150-XDCR

骨盤部の胴体側に固定されたエンドブロックを取付けます。手足が基準の位置にある状態で、ゴニオメーターをポジション2（3 ページで示されている様に最大の長さ）まで伸ばし、（示されている通り、矢状面から見た際に）太ももの軸とエンドブロックが一致するように伸縮式エンドブロックを太ももに取付けます。

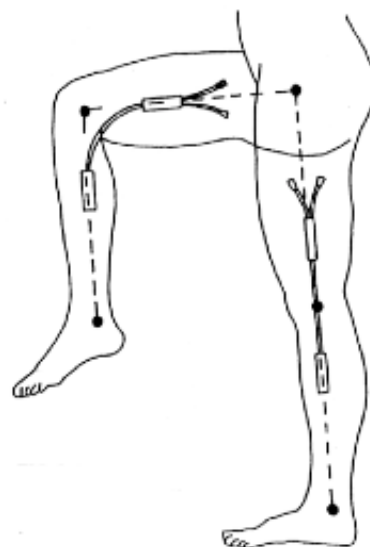
太ももは、ゴニオメーターをポジション1と2の間で自由にスライドさせることで、屈曲/伸展、外転/内転することが可能です。屈曲/伸展の測定は青い印の付いたコネクタから得られ、外転/内転はグレーのコネクタから得られます。



膝 - ゴニオメーター TSD130B/SS21L/SS21/BN-GON-150-XDCR

矢状面から見た際に脚の軸とエンドブロックが一致するように、伸縮式エンドブロックを脚の横方向に取付けます。脚を基準の位置で完全に伸ばした状態で、ゴニオメーターをポジション2（3 ページで示されている様に最大の長さ）まで伸ばし、太ももの軸とエンドブロックが一致するように固定されたエンドブロックを太ももに取付けます。

膝は、ゴニオメーターをポジション1と2の間で自由にスライドさせることで、屈曲/伸展することが可能です。屈曲/伸展の測定は青い印の付いたコネクタから得られ、内反/外反はグレーのコネクタから得られます。



前腕回内/回外 - 捻りメーター TSD130C/SS22L/SS22/BN-TOR-110-XDCR または TSD130D/SS23L/SS23/BN-TOR-150-XDCR

2 極間でスライダ機構がおよそ中間になるように、前腕に捻りメーターの2つのエンドブロックを取付けます。

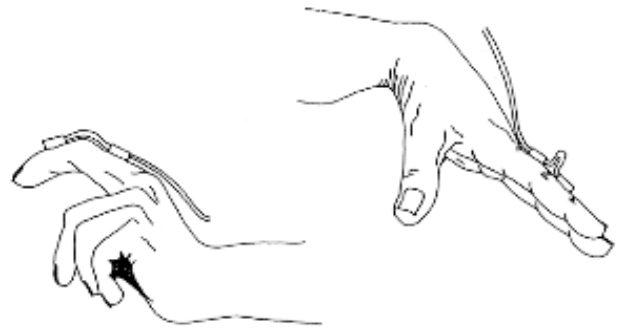
回内/回外の測定値はグレーのコネクタから得られます。手首の屈曲/伸展、橈骨/尺骨偏位の動きは、出力に影響を与えません。



指/つま先 - ゴニオメーター TSD130E/SS24L/SS24/BN-GON-F-XDCR

1軸ゴニオメーターは、指とつま先での使用を対象としています。

角度は、X-X軸に関する一方のエンドブロックに対して、1つのエンドブロックを回転することによって測定されます。(3ページ参照)



ゴニオメーターは、Y-Y軸についての回転を測定するようには設計されていません。ニュートラル位置から±20以上にユニットを曲げようとする、ユニットの寿命の低下や故障の原因となります。ゴニオメーターはZ-Z軸についての回転を測定しません。

ユニットは、測定される関節に合うように設計されており、通常の関節の動きを機器が妨げないようにするために、非常に高い柔軟性を有しています。1つのエンドブロックは関節の両側に取付けられます。

その他のBIOPACゴニオメーターと捻りメーター、および“Z”シリーズのセンサとは異なり、“U字形”の形状になっても問題はありません。これは結果に悪影響をもたらさず、センサの寿命を減らすこともありません。ですが**最小曲げ半径を越えないように注意を払う必要があります。**