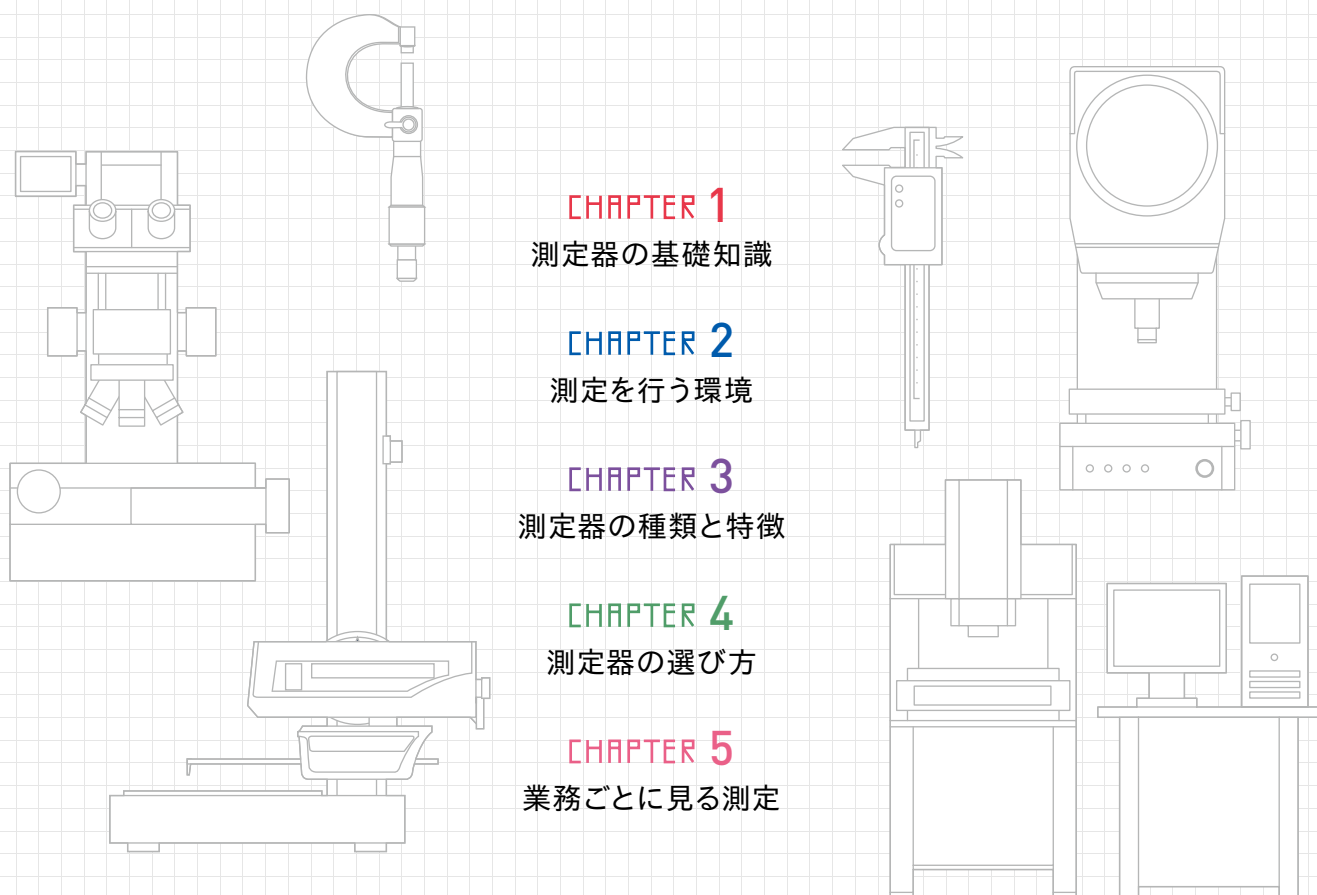


寸法測定や測定機器について  
「基礎から学べる」

# 測定器ナビ

## Measuring Machine NAVI



### CHAPTER 1

測定器の基礎知識

### CHAPTER 2

測定を行う環境

### CHAPTER 3


測定器の種類と特徴

### CHAPTER 4

測定器の選び方

### CHAPTER 5

業務ごとに見る測定



# 測定器ナビ

Measuring Machine NAVI

この度は「測定器ナビ」をご覧いただきありがとうございます。

この資料は寸法測定や規格、  
そして様々な測定機器についての基礎知識をまとめたものです。  
本書がお客様の懸案解決や業務改善の一助となれば幸いです。



## CHAPTER 1

### 測定器の基礎知識

P.04

測定とは？	P.04
単位について	P.06
誤差について	P.08
公差とはめあい	P.10
アナログとデジタル	P.11
計量トレーサビリティ	P.12
国際標準化が進行中	P.13

## CHAPTER 2

### 測定を行う環境

P.14

室温	P.14
クリーン度	P.15
温度と測定	P.16
物質の剛性	P.17
測定値の評価	P.18
校正と定期点検	P.19

## CHAPTER 3

### 測定器の種類と特徴

P.22

ノギス／ハイトゲージ（デプスゲージ）	P.22
マイクロメータ	P.24
投影機	P.26
測定顕微鏡	P.27
CNC画像測定機	P.28
輪郭形状測定機	P.29
三次元測定機	P.30
粗さ計	P.31

## CHAPTER 4

### 測定器の選び方

P.32

対象物から選ぶ	P.32
目盛りの単位から選ぶ	P.33
コストから選ぶ	P.34
測定環境から選ぶ	P.35
用途から選ぶ	P.36
測定のスピードで選ぶ	P.37

## CHAPTER 5

### 業務ごとに見る測定

P.38

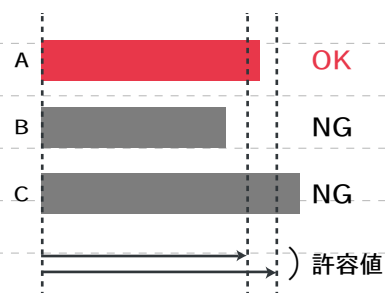
研究開発	P.38
試作評価	P.39
受け入れ検査	P.40
工程内検査／初品検査／抜取検査／段取り替え	P.41
出荷前検査	P.42

## CHAPTER 1

# 測定器の基礎知識

### 測定とは？

当サイトで用いる「測定」とは、製造物の寸法を一定の基準（単位）に基づいて数値で表すことを意味します。端的に言えば、寸法の測定は対象物を基準物と比べることです。基準物となる測定機器は、測定の目的や方法、精度に応じて多種多様なものがそろっています。寸法を正しく測定することによって、製造物が求められる仕様（許容値）に当てはまっているかどうかを「検査」することが可能となります。つまり、測定を極めることは、より良い物づくりの基本にほかなりません。



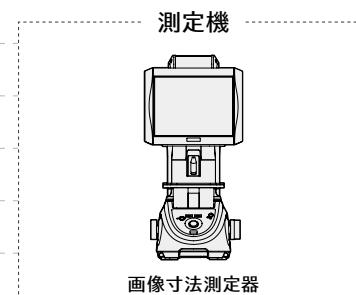
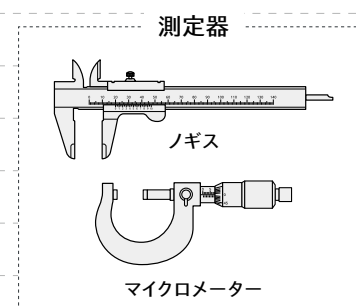
❶ 正しい測定は検査の基本

### 言葉の使い分け

測定および計測はどちらも「測る（計る）」を意味し、英語でもどちらも measurement の言葉が当てられています。しかし、計測工学の分野では、両者は使い分けられています。日本工業規格（JIS Z 8103）の定義によると、測定が「ある量を、基準として用いる量と比較し数値又は符号を用いて表すこと。」と定義づけられている一方、計測は「特定の目的をもって、事物を量的にとらえるための方法・手段を考究し、実施し、その結果を用いて所期の目的を達成させること。」と決められています。これによると、計測は測定よりも広い意味でとらえられていることがわかります。

また、「測定機」と「測定器」の使い分けも気になるところです。定義の厳密な区分けはないようですが、おおまかに分けると、モータなどの駆動部を搭載した大型の装置を測定機と呼び、それ以外を測定器とする場合が多いようです。測定機の例としては、三次元測定機を挙げることができます。一方、測定器には、スケールやノギス、マイクロメータなどがあります。もっとも、近年は装置の小型化によって、駆動部やコンピュータを備えた装置を測定器と呼ぶこともあります。

#### 小から大までさまざまな測定機器

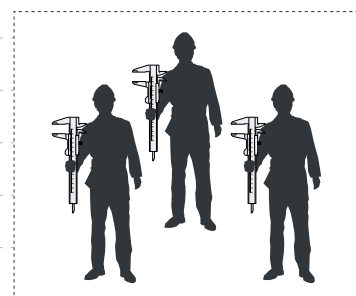


## モノづくりにおける測定の重要性

言うまでもなく、正しい寸法測定は物づくりの原点です。材料の調達から加工、組立て、検品、出荷に至るまで、各工程で同一の基準で測定を行えば、製品を設計通りに作ることができ、品質を保証することができます。

もし、だれか一人でも測定をおろそかにすると、品質を保てなくなります。それによって不良品が混入した場合、歩留まりの悪化につながる上、そのまま完成品として納入された場合、クレームの発生となります。つまり、物づくりのすべての過程において、組織全体のメンバーが正しい測定を行うことが欠かせません。

正しい測定の基本は、物づくりに携わる人々が測定に対する技術を持つこと、その上で測定機を正しく管理、使用することにあります。これらは「計測管理」と呼ばれる取り組みであり、品質管理の土台となります。近年、計測管理は計測マネジメントシステム(ISO10012)として規格化されています。また、正しい測定を保証するため、計量トレーサビリティの取り組みが進んでいます。



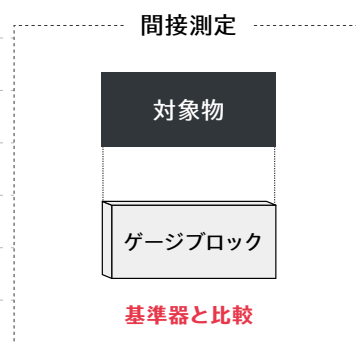
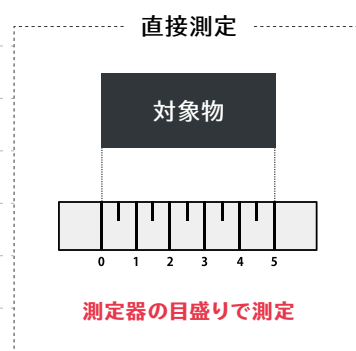
全員で正しい測定

品質

## 直接測定と間接測定

寸法の測定には、直接測定と間接測定の2通りの方法があります。直接測定は、ノギスやマイクロメータ、三次元測定器などの測定機器を用いて対象物の寸法を直接測る方法です。絶対測定ともいわれます。測定機器の目盛りの範囲で幅広く測定できる反面、目盛りの誤読によって測定を誤る可能性があります。

これに対して間接測定は、ゲージブロックやリングゲージなどの基準器を用いて、それと対象物の差から寸法をダイヤルゲージなどの計測器で割り出す方法です。基準寸法を持ったものと比較する方法であることから、比較測定とも呼びます。基準器の形状や寸法が決まっている分、測定が容易である一方、測定範囲が限られるデメリットがあります。



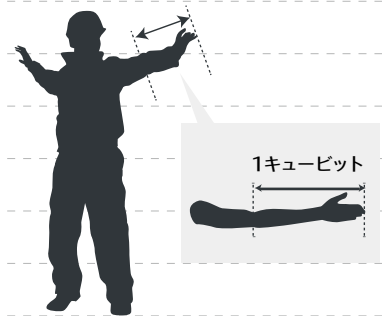
# 単位について

## 長さの単位の歴史

### 1 人体基準

長さの基本単位の決め方は、時代とともに大きく変わってきました。その昔、基準となったのは人体で、例えば古代のメソポタミアやエジプト、ローマなどでは、腕のひじ部分から指先までを1キュービットという単位で表していました。もっとも、その長さは地域によってまちまちで、450～500mmと幅がありました。精密な施工精度で知られるエジプトのピラミッドは、長短2種類のキュービットが用いられていることが判明しています。この時代、長さの原器となったのは、国王などの権力者の身体といわれています。今日においても、ヤードやフート（フィート）、インチは、人体を起源に持つ長さの単位として米国などで用いられています。

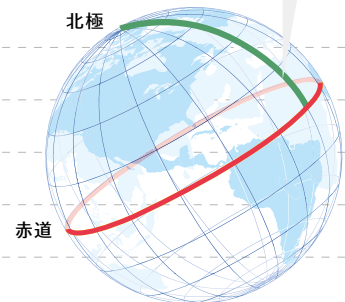
#### 人体が長さの単位



### 2 地球基準

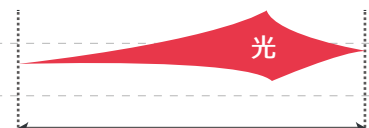
人体基準の長さの単位は数千年にわたって使用し続けられてきました。それが大きく変わったのは200年くらい前のことです。大航海時代を経て西欧を中心に工業が盛んになるにつれて、長さの基準を世界規模で統一する必要性が生じられました。単位を統一する議論は17世紀にヨーロッパで起こり、1世紀以上の議論を重ねた後、1791年になってフランスがメートル（ギリシャ語で「測る」の意味）という単位を提唱しました。そのときに基準となったのが、地球の北極から赤道までの子午線の距離で、その1千万分の1を1メートルとしました。その後、19世紀末になって、世界規模で寸法の基準をそろえる必要から、酸化や摩滅の少ない白金イリジウム合金を用いたメートル原器がフランスで作成されました。

北極から赤道までの子午線の  
1000万分の1を1mに決定



### 3 光速基準

地球基準の単位は当初から測量の難しさが指摘されたほか、メートル原器についても製作時の誤差や経年劣化の問題が生じたことから、新たな基準づくりが議論されてきました。1960年に開催された国際度量衡総会（CGPM）では、クリプトン86元素が真空中で放つ橙色の波長をもとに1メートルの長さが規定されました。さらに1983年になって、レーザー技術の進歩を踏まえて、光の速さと時間をもとに1メートルが決められたのです。この時の「1秒の299,792,458分の1の時間に光が真空中を伝わる距離」が今日の1メートルの定義となっています。



$$\frac{1}{299,792,458} \text{ 秒進んだ距離} = 1\text{m}$$

# 国際単位系

長さをはじめとする度量衡は、世界中どこでも一量一単位が原則です。そこで前述のように、1960年の国際度量衡総会(CGPM)にて「国際単位系」が定められました。略称の「SI」はフランス語のLe Système International d'Unités(国際単位系)に基づいています。

国際単位系では、長さの場合、m(メートル)がSI単位(基本単位)として用いられます。また、kmの「k(キロ)=10の三乗」のようにSI接頭語がつけられます。

SI基本単位

材質	名称	記号
長さ	メートル	m

SI接頭語(10の整数倍を表示する記号)

記号	記号	指数表示	単位に乘じる倍数
メガ	M	$1 \times 10^6$	1,000,000
キロ	k	$1 \times 10^3$	1,000
ー	ー	$1 \times 10^0$	1
センチ	c	$1 \times 10^{-2}$	0.01
ミリ	m	$1 \times 10^{-3}$	0.001

# 誤差について

## 誤差の種類

長さの誤差は、対象物の真実の値（真値）と測定値の差、または指定した値と測定値の差であり、「誤差＝測定値－真の値」で表されます。現実にはどんなに精密に測定しても真の値を求めるのは困難で、測定値に何らかの「不確かさ（あいまいさ）」が含まれるのは避けられません。

誤差は、それを生み出す条件によって大きく3種類に分類できます。誤差を防ぐためにはそれぞれの条件に配慮する必要があります。

### 1 系統誤差

特定の原因によって測定値が偏る誤差。例えば、測定値の個体差による誤差（器差）、温度、測定方法のくせなど。

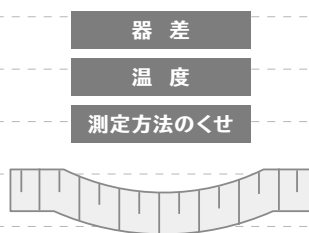
### 2 偶然誤差

測定時の偶然がもたらす誤差。測定器に付着したほこりが原因の誤差などが挙げられます。

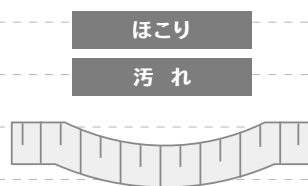
### 3 過失誤差

測定者の経験不足や誤操作による誤差のこと。

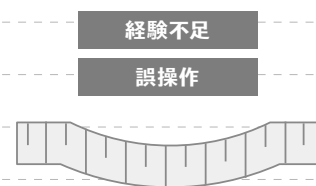
#### 系統誤差



#### 偶然誤差



#### 過失誤差





誤差の要因

実際に測定の現場で想定される誤差の要因としては、主に次の点が考えられます。

1 温度による誤差

物体は温度の変化によって体積が変わるので、長さも変化します。これは対象物と測定機器の両方にいえることです。温度と物体の長さの変化は「熱膨張係数」で表すことができます。材質の種類によって熱膨張係数は異なります。なお、JISは長さを測定する際の標準温度を20℃、湿度50%と決めています。

主な熱膨張係数（単位： $\times 10^{-6}/K$ ）

ダイヤモンド	1.0	金	14.2
ガラス	8～10	アルミニウム	23.1
鉄	11.8	PET樹脂	70

※熱膨張による変化量の計算式  
 $\Delta L = L(\text{材料の長さ}) \times \alpha(\text{熱膨張係数}) \times \Delta T(\text{温度差})$

補足  
293K (20℃) : この温度条件での値です。

2 物質の変形による誤差

物体は力を加えることで一定の割合で変化します。また、力を加えるのを止めると元の状態に戻ります。物体のこうした変化を「弾性変形」といいます。物体に作用する力を「応力」といい、物体のひずみとは一般的に比例関係にあることから、両者の関係を「縦弾性係数（ヤング率）」で表すことができます。

応力が強くなる分、ひずみも大きくなることから、たとえば外側マイクロメータで計る時は、スピンドルを締めすぎないように注意する必要があります。

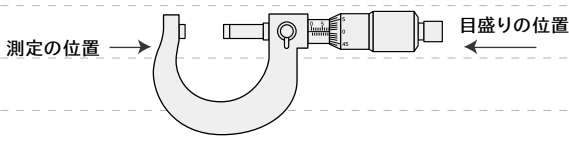
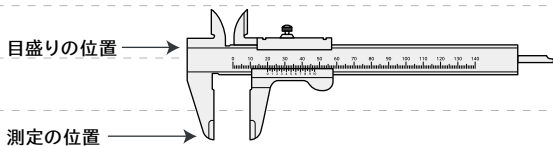
アッペの原理

アッペの原理は、寸法を測定する際の精度に関わる原理です。また、測定機器を設計する上で重要な指針となります。その原理とは、「測定精度を高めるためには、測定対象物と測定器具の目盛を測定方向の同一線上に配置しなければならない」というものです。

実際の測定器具に当てはめると、外側マイクロメータの場合、目盛と測定の位置が同一線上にあるのに対して、ノギスは目盛と測定位置が離れていることが分かります。つまり、外側マイクロメータはアッペの原理に従っているのに対して、ノギスは原理に従っていません。そのため、測定の精度は外側マイクロメータの方が高いといえます。

ノギスは「アッペの原理」に従っていない

マイクロメータは「アッペの原理」に従っている



# 公差とはめあい

## 公差とは？

測定値と真実の値(真値)との間にはどうしても一定の誤差が生じます。ここで重要なことは、許容される誤差の範囲を明らかにすることです。測定の分野では、許容誤差の最大寸法と最小寸法の差を「公差」もしくは「許し代(ゆるししろ)」と呼んでいます。また、工業規格などの法律が認める誤差の範囲についても公差と呼ぶことがあります。

実際の図面において、「60(+0.045 - 0.000)」と記載されている場合、基準寸法は60であり、「+0.045 - 0.000」は上限および下限の公差を意味します。この場合、上限値は60.045、下限値は60.000となります。

JISにて規定されている許容公差は「普通公差」といいます。加工の精度によって、精級(f)、中級(m)、粗級(c)、極粗級(v)と許容差が定められています。企業によっては普通公差を独自に規定しているところがあります。

実務において公差を設ける理由の一つは、加工コストの兼ね合いです。精度を高めるということは、その分、加工コストがかかるということになります。肝心なことは必要とする機能、品質を実現することであり、それに合わせて公差を設定する必要があります。

公差等級	基準寸法の区分								
記号		0.5以上 3以下	3を超え 6以下	6を超え 30以下	30を超え 120以下	120を超え 400以下	400を超え 1000以下	1000を超え 2000以下	2000を超え 4000以下
f	精級	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	—
m	中級	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2
c	粗級	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4
v	極粗級	—	±0.5	±1	±1.5	±2.5	±4	±6	±6

## はめあいとは？

公差を設定するもう一つの理由として、軸と穴のように複数の部品を組み合わせる際の寸法差を定める必要があります。これを「はめあい」もしくは「嵌合(かんごう)」と呼びます。はめあいの公差もまたJISで規定されています。図面の指示をもとにJISの「はめあい公差表」と照らし合わせて、加工を行う必要があります。

はめあいを検討する場合、軸を基準とするか、穴を基準とするかで測定の考え方が変わってきます。たとえば、軸の直径を基準として考える際、軸が穴を貫通すればよいという場合は「すきまばめ」とし、穴に軸を差し込んだら固定する場合は「しまりばめ」、両者の中間の基準であれば「中間ばめ」とします。

JISはめあい公差表(一部抜粋)

単位:μm

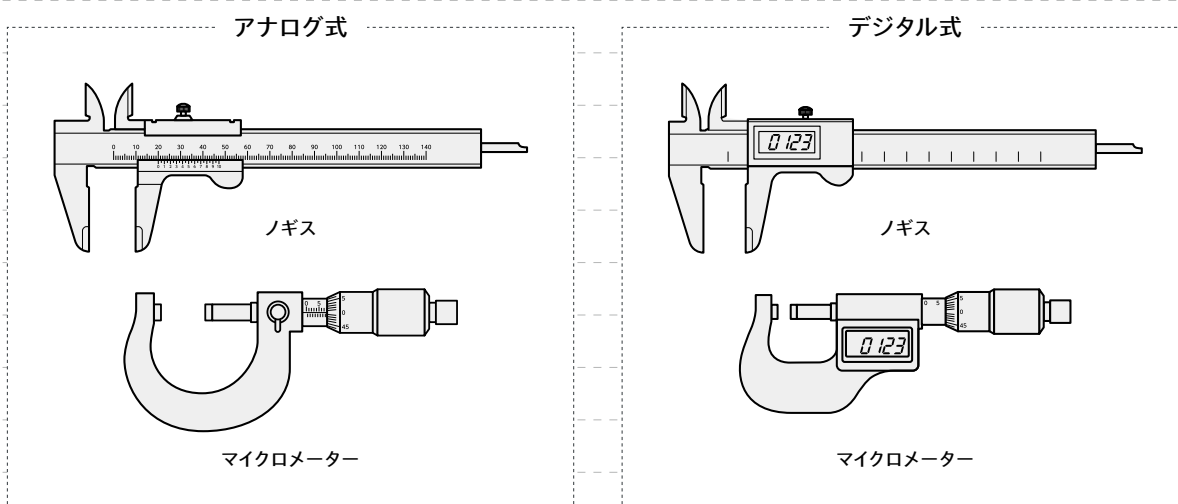
基準寸法の区分 (mm)		B	C	D	E		F	G
を超え	以下	B10	C9	D8	E7	E8	F7	G7
	3	+180 / +140	+85 / +60	+34 / +20	+24 / +14	+28 / +14	+16 / +6	+12 / +2
3	6	+188 / +140	+100 / +70	+48 / +30	+32 / +20	+38 / +20	+22 / +10	+16 / +4
6	10	+208 / +150	+116 / +80	+62 / +40	+40 / +25	+47 / +25	+28 / +13	+20 / +5
10	14	+220 / +150	+138 / +95	+77 / +50	+50 / +32	+59 / +32	+34 / +16	+24 / +6
14	18							

## アナログとデジタル

近年、測定機器のデジタル化が進んでいます。たとえば、デジタルカウンターのついたノギスやマイクロメータは珍しくありません。かつてはノギスのバーニアスケールの目盛りを正確に読むのに練習が必要でしたが、デジタル式のものでは100分の1の単位まで瞬時に数字を表示します。

もっとも、デジタル式の測定機器がメリットばかりかというと、必ずしもそうではありません。デジタルの場合、限界精度を超えた値については、測定時の力の入れ加減で表示が頻繁に変わることがあります。特に1000分の1まで計測が可能なデジタル式の測定機器は、測定対象によっては測定値が定まらず、どの値を選択すべきか迷いかねません。

また、作業の内容によっては、アナログ式の方が寸法を直感的に把握しやすいということもあります。用途や求める精度に応じて、アナログとデジタルを使い分けることが必要といえるでしょう。

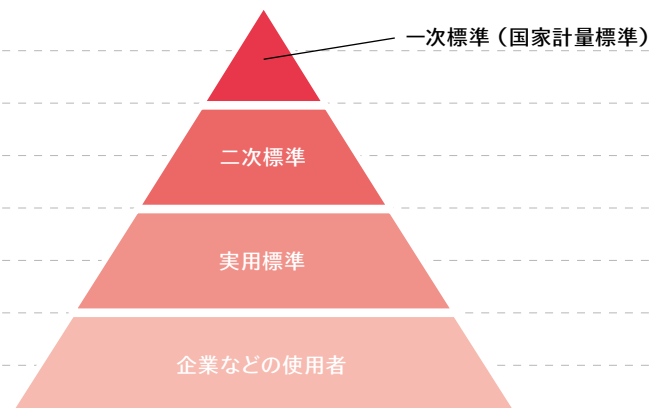


## 計量トレーサビリティ

食品の安全を保证するため、原料の栽培から運搬、加工、包装、出荷に至るまで履歴を追跡できる体制が年々強化されています。これを「食品のトレーサビリティ(履歴管理)」と呼びます。一方、測定の世界でもトレーサビリティの考え方が重視されるようになっていきます。これが「計量トレーサビリティ」という考え方で、日々行っている計測の値が正確であることを証明する取り組みを意味します。

この目的は、使用中の測定機器が、JISで定めた基準器で校正されていることにあります。「校正されている」とは、国家が定めた正しい基準器とつながりがあるという意味です。つまり、生産などの現場で使用している測定機器が「実用標準」→「二次標準」→「一次標準(国家計量標準)」という流れで、校正の履歴が確認済みである必要があります。これが確立されて初めて、部品や製品の寸法が正しいと証明されるわけです。

### 計量トレーサビリティの概念



## 国際標準化が進行中

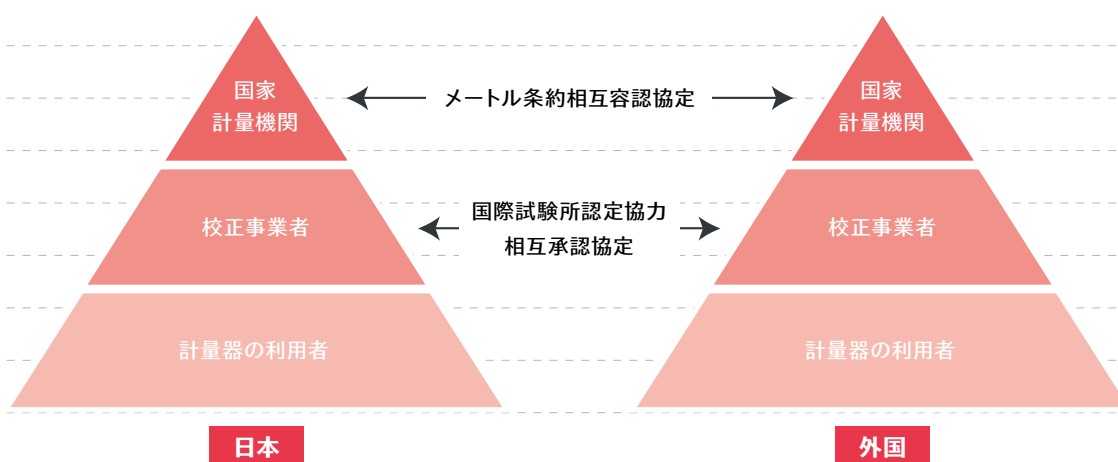
計量トレーサビリティは、国際度量衡委員会 (CIPM) などの国際研究機関による「国際標準」や、各国の研究機関による「各国標準」などに連っており、経済のグローバル化が進む中で対応が求められるようになりつつあります。

国際度量衡委員会の下には、国際度量衡局 (BIPM) という研究組織があり、国際単位系 (SI) に関する基盤研究を行っています。

モノづくりのグローバル化が進む中で、国際標準への対応が必須となっています。寸法の測定結果が世界どこでも同じと認められるためには、国際相互承認による計量トレーサビリティが欠かせない時代といえます。

なお、日本では独立行政法人製品評価技術基盤機構が、校正機関の登録・認定を行っています。校正機関の認定制度は、「計量法校正事業者認定制度 (Japan Calibration Service System; JCSS)」と称します。

### 計量標準での国際相互承認の概念



## CHAPTER 2

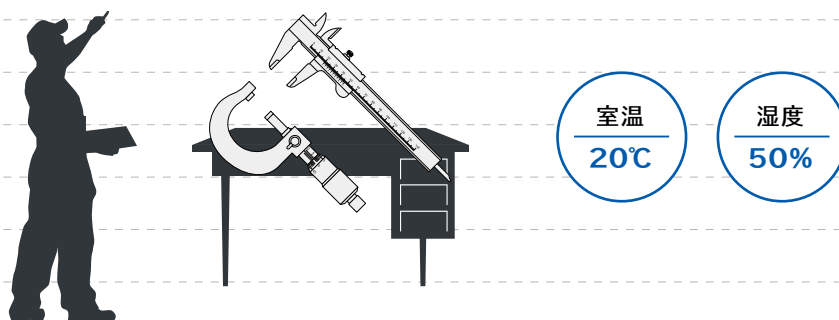
# 測定を行う環境

### 室温

信頼性の高い測定を行うためには、測定を実施する場所の環境に配慮する必要があります。測定を行う場所について特に重要な点は、温度とクリーン度です。温度および湿度については、JISが標準環境として「温度…20℃、湿度…50%」と定めています。

温度によって加工する素材は、温度変化によって熱膨張を起こすことから、精密測定が必要な部屋の室温は厳密に管理する必要があります。機械加工メーカーによっては、0.1℃単位で室温の管理を厳密に行っているところもあります。

### 測定室

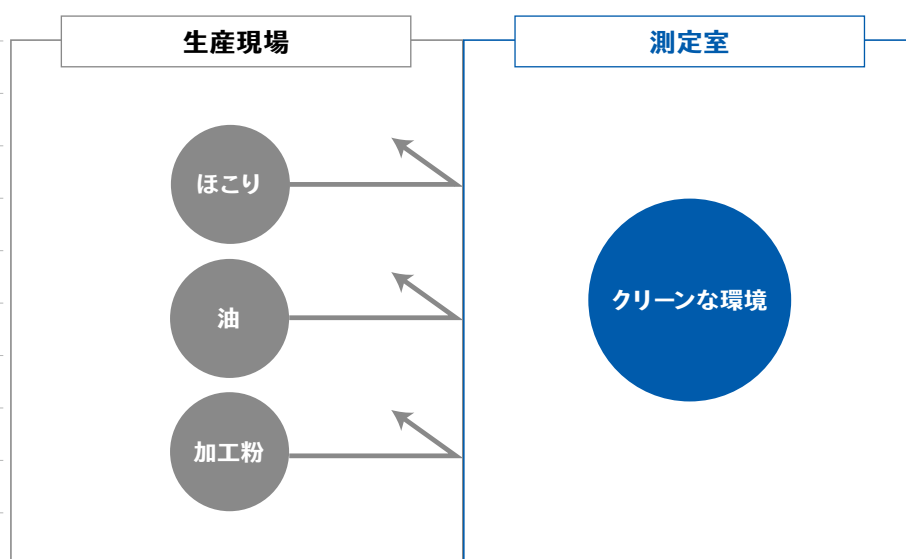


精密測定には温度管理が必要

## クリーン度

室内のクリーン度もまた精密計測を行う上で重要な条件です。空気中の塵埃は測定機器の内部に入り込むことで、可動部の摩耗をもたらす可能性があります。さらには、測定対象物と測定機器の間に塵埃が挟まることで、正確な測定を阻害する要因となりかねません。

生産現場で見つかる塵埃の種類としては、加工で生じる砂粒や金属粉、作業服から出た繊維や毛髪などです。こうした塵埃はサブミクロン以上の誤差をもたらす恐れがあるため、日頃からクリーンな環境づくりに努める必要があります。



## 温度と測定

物体は熱膨張によって体積が変わることから、温度の変動によって長さもまた変わります。そのため、同じ仕様の物体であっても、測定時の温度が異なると長さが異なることになります。また、下記の表の通り、熱膨張の割合は材質によって異なります。

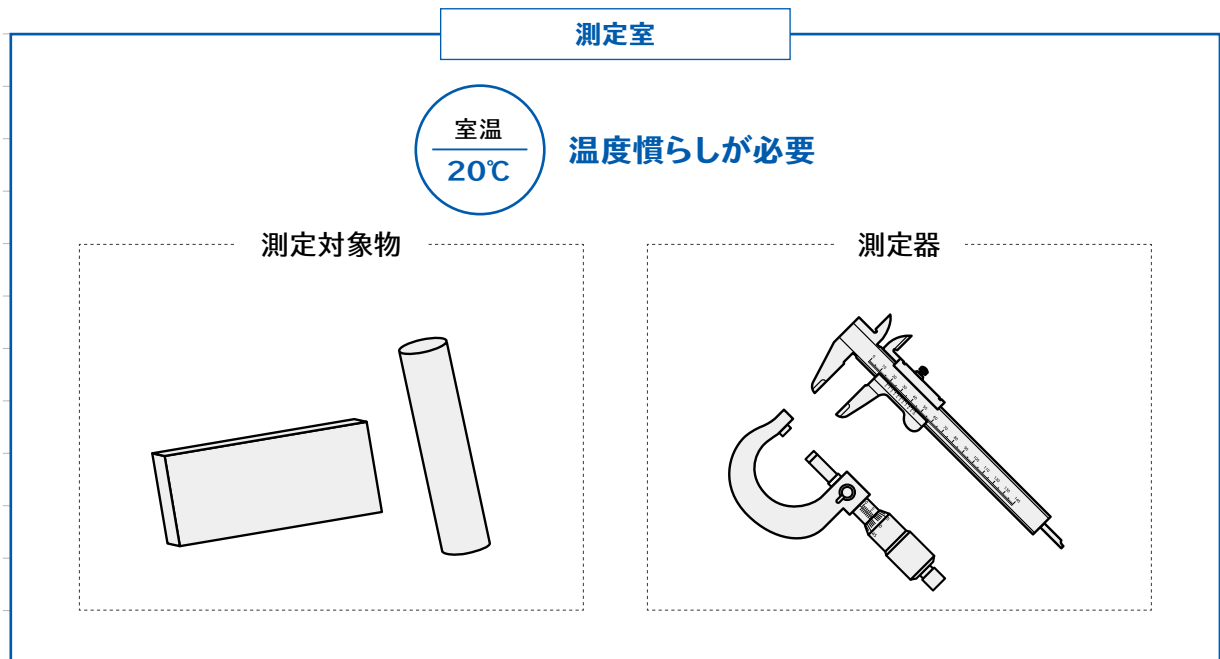
材質と熱膨張係数の例

材質	熱膨張係数 $\times 10^{-6}$
アルミニウム	23
黄銅	17.5
ポリエチレン	100 ~ 200

物体の長さを測定する際には、温度条件への配慮が必要となります。ちなみに、国際度量衡委員会によって、測定時の「標準温度」は20℃と決められています。

室温の異なる部屋から測定対象を持ち込んだ際、温度は急には変わらないため、一般的に1時間以上の温度慣らしが必要となります。また、測定時の温度が20℃ではない場合、誤差を計算して補正する必要があります。

熱膨張は測定対象物だけでなく、測定機器でも起こるため、いずれにおいても標準温度を維持しなければなりません。





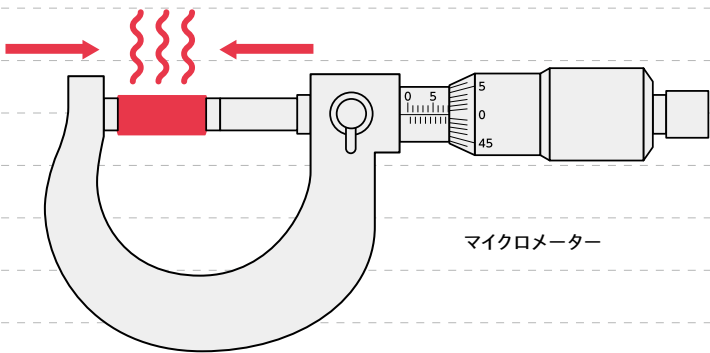
物質の剛性

物体に外から力が加わった際、変形に抗する性質を「剛性」といいます。また、外からの力がなくなって、物体が元に戻ることを「弾性変形」と呼びます。そして、外からの力と弾性変形の比を「ヤング率」といいます。

材質とヤング率の例

材質	ヤング率×10 <sup>10</sup>
アルミニウム	7.03
黄銅	10.06
ポリエチレン	0.04 ~ 0.13

ヤング率が低いほど、剛性が低く、変形しやすいことが分かります。たとえば、ヤング率の低い物体をマイクロメータで測定する場合、ねじを締めすぎると変形によって正確な測定ができない恐れがあります。



ヤング率が低い物体は締めすぎると変形することがある

測定器の基礎知識

測定を行う環境

測定器の種類と特徴

測定器の選び方

業務ごとに見る測定

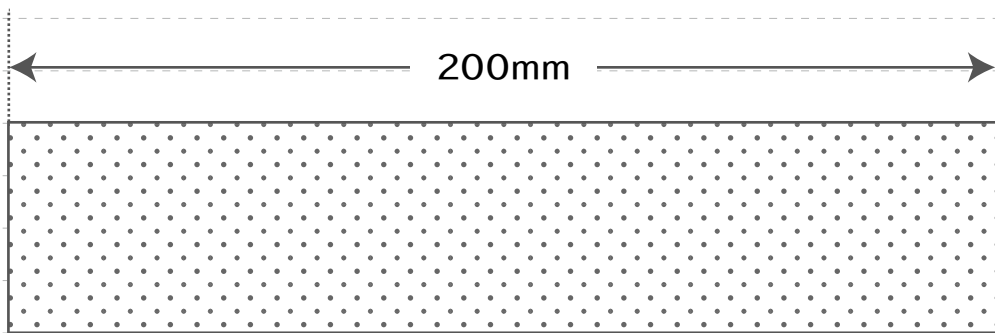
## 測定値の評価

測定した値をどう評価するかは簡単なことではありません。測定値は真の値ではなく、必ず誤差が含まれることから、信頼性の評価困難がともないます。従来、信頼性の評価は真の値を基準に考えられ、測定値のかたより（系統誤差）とばらつき（偶然誤差）を合わせて評価していました。

しかし、真の値を求めるのが困難であり、測定値の評価が一樣ではなかったことから、測定結果の信頼性を統計学の観点から判断する手法が考え出されました。これが「不確かさ」という考え方です。誤差を統計処理によって推測することで、真の値がどの範囲にあるかを割り出します。

たとえば、加工した金属棒の長さの測定値は寸法200mm、不確かさ $\pm 0.01\text{mm}$ 、信頼度95%というように表記します。この場合、真の値が95%の信頼度で199.99 ~ 200.01mmの間にあることを示しています。

この手法は、国際標準化機構 (ISO) をはじめとする国際規格で採用されています。



不確かさ  $\pm 0.01\text{mm}$   
信頼度 95%



95%の信頼度で199.99 ~ 200.01mm  
の間に真の値

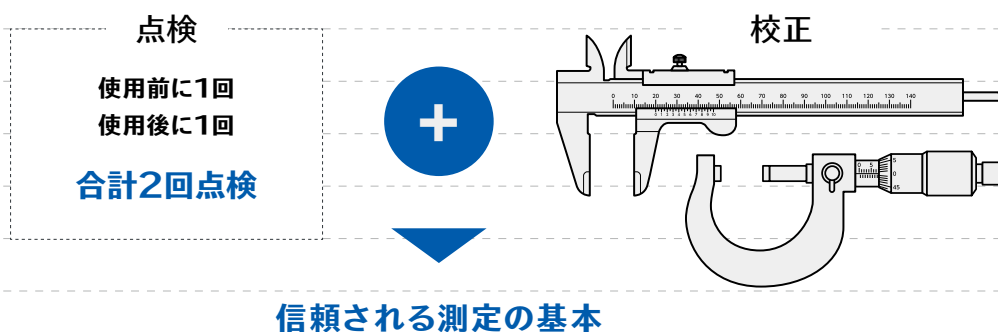
## 校正と定期点検

### 校正の意味

校正とは、標準器を用いて測定機器が表示する値と真の値の関係を求めることです。標準機による校正を受けることで、測定機器は信頼性を確保することができます。本来は「較正（こうせい）」と書きます。

日本の製造業が強さを発揮する理由の一つが、信頼性の高い計測にあるといえます。生産現場において一人ひとりが測定機器を正しく使い、大切に管理してきたことが、物づくりのレベルを高めてきました。

校正を実施するタイミングは、基本的に測定機器を使用する前と使用後の2回が基本です。測定機器を常時使用して定期的に校正する場合は、周期をあらかじめ決めて、それに従って校正を行います。これを「校正周期」といいます。周期の決定はメーカーの推奨を基準とし、そのほか、測定機器の使用頻度から判断します。



## 校正と定期点検

### ISO9001に基づく測定機器の管理

近年、測定機器の管理を徹底するだけでは十分といえず、マネジメントシステムに基づく管理を通じて客観的な認証を得ることが求められています。その背景には、工業製品が国際的な基準からみて信頼される仕様であることを証明する必要に迫られていることが挙げられます。

具体的には、ISO9001の認証取得を通じて測定機器の管理を行うことが広がっています。また、社内での管理体制を整えるためには、ISO9001に基づき「測定機管理規定」を定めて、測定機器の管理を適正に行っています。

現在、各企業とも計量トレーサビリティへの対応が求められ、顧客に対して測定の信頼性を証明する必要があることから、企業の規模を問わずISO9001に基づいた校正がモノづくりの現場で浸透しています。

国際的に信頼されるために

測定機の管理

測定機管理規定

ISO9001

校正の方法

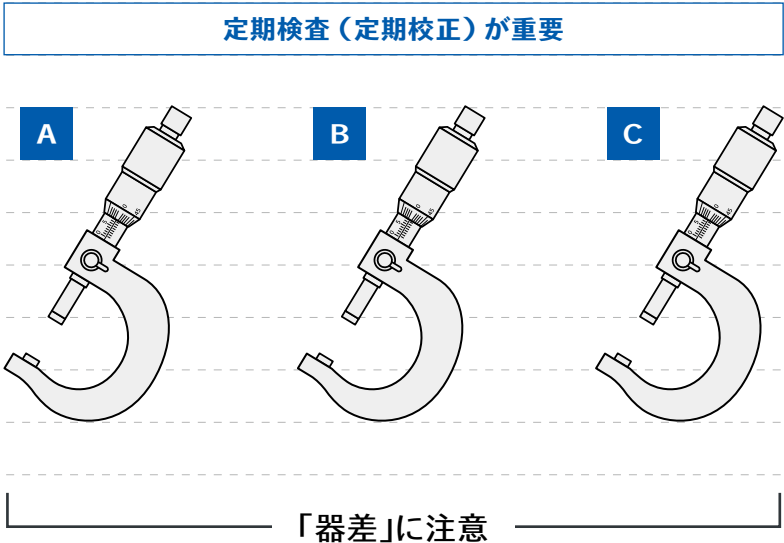
校正の実施にはさまざまな方法があります。社内の事情に合わせて最適の方法を選びます。

校正の種類	概要
社内校正	社内に校正者を認定し、校正周期や校正基準などを定めて、校正を実施します。 (例…ノギス、マイクロメータなど)
社外校正 (引き取り校正)	測定機器を社外のJCSS登録校正事業者に送り、校正を依頼します。 (例…ブロックゲージ、ダイヤルゲージなど)
出張校正	JCSS登録校正事業者に依頼して、専門の校正担当者の派遣を受け、社内にて校正を実施してもらいます。 (例…投影機、三次元測定機など)

定期検査と器差

ほかの機器と同様に、測定機器もまた使い続けることで歯車などの部品が摩耗したり、測定面がすり減ったりします。これによって、本来発揮できる精度を維持できなくなる恐れがあります。

測定機器が持つ精度のことを「器差」といいます。器差は測定値のばらつきに影響を及ぼすことから、定期点検（定期校正）を通じて不具合の有無を確認することが欠かせません。



測定器の基礎知識

測定を行う環境

測定器の種類と特徴

測定器の選び方

業務ごとに見る測定

## CHAPTER 3

# 測定器の種類と特徴

### ノギス／ハイトゲージ（デプスゲージ）

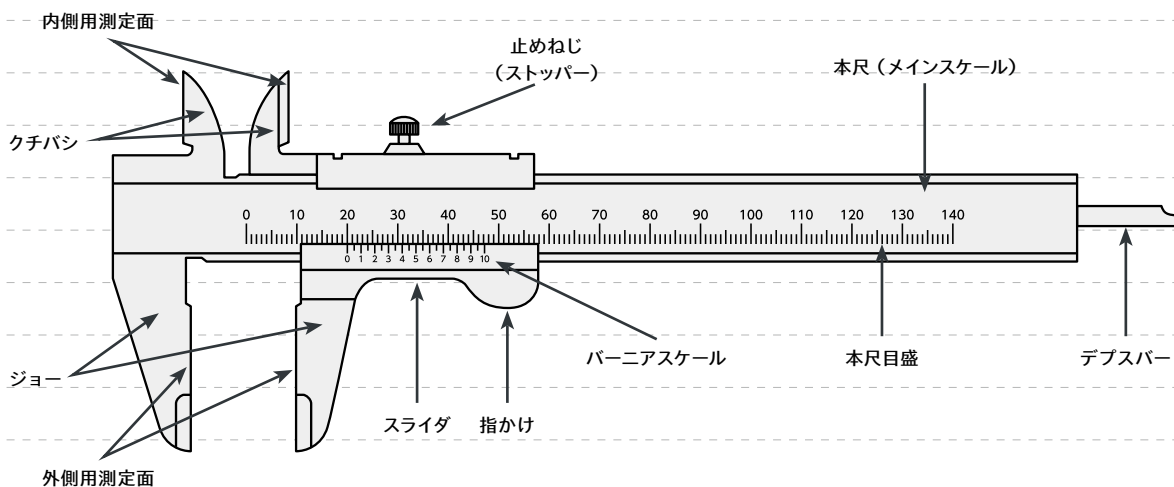
#### 概要

ノギスは、長さ（外形）の測定をはじめ、内径や段差などを測ることができる測定器です。取扱いが簡単で比較的精度の高い測定が可能であることから、物づくりの現場で広く普及しています。最近はデジタル式のノギスを目にする機会が増えています。

一般に使用されているノギスは、M型ノギスと呼ばれるもので、これに対して大物を測るのにBC型ノギスがあります。

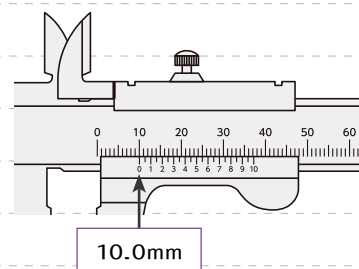
#### 構造と用途

- 長さ（外形）の測定…測定対象をジョーではさんで、メインスケールとバーニアスケールの値を読みます。
- 内径の測定…測定対象の間にクチバシを差し込み、隙間ができないように広げて測定します。
- 段差の測定…デプスバーもしくはステップを用いて、穴や段差に差し込んで測ります。

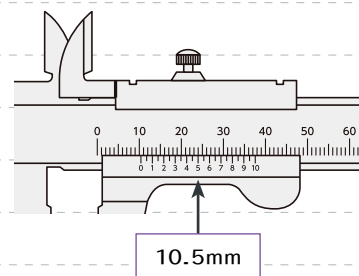


## ノギスの主な使い方

- 1 測定時はメインスケールの部分を握りながら、親指でスライダーを動かし、ジョーの両端で対象物をはさみます。このとき、スライダーを強く押しすぎると、ジョーが傾いて正確に測定できません。また、円筒形を測定する際はジョーの平行面でしっかりはさみます。
- 2 ノギスの目盛りは、メインスケールとバーニアスケールの組み合わせで読み取ります。バーニアスケールはメインスケールの一目盛りを20分割したもので、0.05mm単位まで測定できるのが一般的です。
- 3 バーニアスケールは、左から見ていって、メインスケールの目盛りと重なっている箇所を読み取ります。



メインスケールとバーニアスケールが一致したところが値



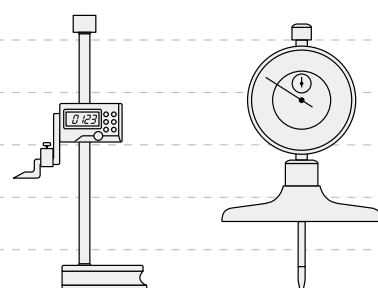
メインスケールとバーニアスケールの「0」が一致しない場合、目盛が一致する部分を探す

## 取扱いの注意点

- 測定時、スライダーに必要以上の力を加えすぎると、ジョーがたわむことで誤差が生じる恐れがあります。
- 目盛りがゼロの状態、ジョーの合わせ目から光が漏れない状態が正常です。
- 特にクチバシやデプスは取扱いが乱暴だと変形などを生じやすいので、注意が必要です。
- 定期的に測定精度が合っているかの確認をしましょう。簡単な方法としては、ブロックゲージで測るのが便利です。
- ノギスおよびハイトゲージ、デプスゲージの校正周期は、6か月～2年です。

## ハイトゲージとデプスゲージ

ハイトゲージおよびデプスゲージは、ノギスの仲間といえます。ハイトゲージは、ダイヤルゲージと組み合わせることで高さの測定を行うことができます。一方、デプスゲージは段差の測定に用います。



ハイトゲージ

デプスゲージ

# マイクロメータ

## 概要

対象物をはさみ込んで、その大きさを測定する工具です。機種によっては、 $1\mu\text{m}$ 単位まで測定が可能なものもあります。ノギスと異なり、いわゆる「アッペの原理<sup>※</sup>」に準じているため、より正確な測定が可能です。

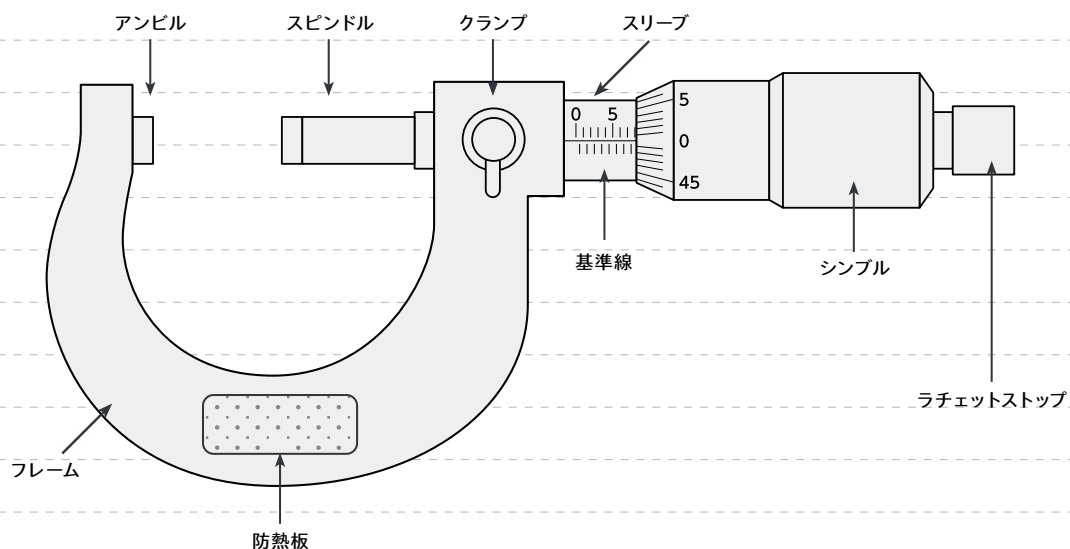
一般的にマイクロメータといえば、外測マイクロメータを指します。このほか、内測マイクロメータや3点式内測マイクロメータ、棒型マイクロメータ、デプス型マイクロメータなど測定の用途に応じて、さまざまなタイプがあります。また、フレームの大きさによって、測定可能な範囲は0～25mm、25～50mmというように、25mmごとに異なるため、対象物に合ったものを使用する必要があります。なお、最近ではデジタル式のマイクロメータが普及しています。

※アッペの原理

アッペの原理とは「測定精度を高めるためには、測定対象物と測定器具の目盛を測定方向の同一線上に配置しなければならない」というものです。マイクロメータの場合、目盛と測定の位置が同一線上にあるため、アッペの原理に従っていて、測定の精度は高いといえます。

## 構造と用途

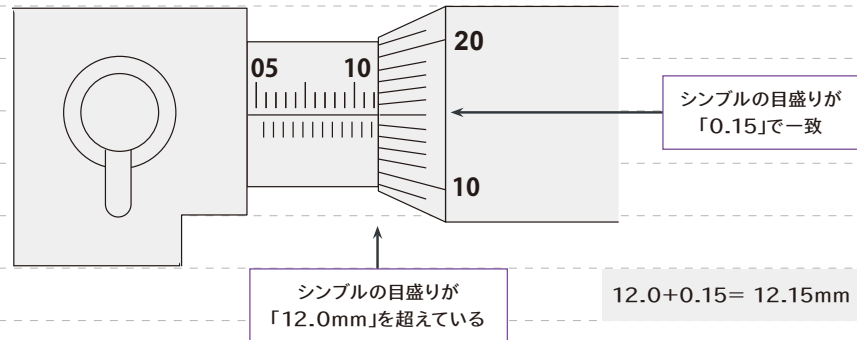
- アンビルとスピンドルの間に対象物を置き、シンブルを回転させて、両面で密着させます。





## マイクロメータの主な使い方

- 1 測定前、アンビルとスピンドルの面はきれいなウエスでふいておきます。これによって汚れや誇りを取り去り、正確な測定が可能となります。
- 2 マイクロメータの持ち方は、左手の親指と人差し指でフレームの放熱板の部分をはさみ、右手の親指と人差し指でシンブルをつまみます。
- 3 アンビルとスピンドルの間に対象物をはさみ、ラチェットストップを回して空転したところで読み取ります。
- 4 主目盛りであるスリーブとシンブルの両方から読み取ります。シンブルの右端の線で0.5mm単位まで読み取り、さらにスリーブの中央の線（基準線）に一致する目盛りで、0.01mm単位まで読み取ることができます。さらにスリーブの中央の線（基準線）に一致する目盛りで、0.01mm単位まで読み取ることができます。



## 取扱いの注意点

- マイクロメータの校正はブロックゲージもしくは専用のゲージを用いて行います。また、正確な測定のためには、アンビルの面が常に平行であることが必須です。測定を重ねていくと、面の磨り減りや汚れによって平行が保たれないことがあります。そこで、定期的にオプティカルフラットという部品を用いて、表されるニュートン環（ニュートンリング）から平行であるかどうかを確認します。
- 金属の対象物を測定するときや、ブロックゲージで校正を行う際は、熱膨張に気をつけましょう。金属はなるべく素手で持たないか、熱が伝わらない精密作業用の手袋を使用します。
- マイクロメータの校正周期は、3か月～1年です。

# 投影機

## 概要

光学測定機的一种です。測定の原理は光学顕微鏡に似ています。対象物を台に乗せて、下から光を当てることで、対象物の輪郭がスクリーン上に投影される仕組みとなっています。テレセントリック光学系を採用していて、正確な測定が可能です。

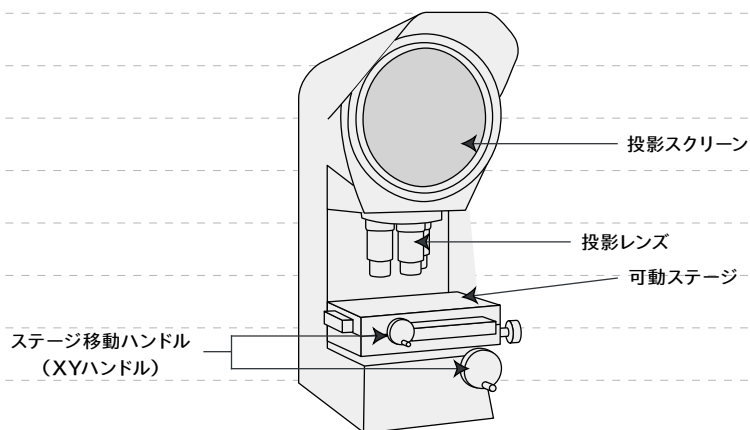
元々、対象物の輪郭を検査する用途で開発され、その後に測定機能がついたものが登場してきました。大型のものではスクリーンが直径1mを超えるものもあります。

この装置のメリットとしては次のような点を挙げることができます。

- 対象物を非接触で測定できる。
- 形状の小さなものや複雑なものを測定できる。
- 測定顕微鏡と異なり、接眼レンズを覗く必要がなく、複数の人が同時に観察することができる。

電子部品や精密部品などの検査、測定で幅広く用いられています。従来、対象物の原点出しや位置決めに手間がかかりました。

## 構造と用途



## 投影機的主要な使い方

- 1 対象物をステージにのせます。
- 2 測定したい2点を指定すると、測定した寸法が表示されます。近年は対象物のエッジを自動で判別して測定するものがあります。
- 3 投影機によっては、「対象はさみ式」と呼ばれる目盛りを採用しています。これは2本の読み取り線の間にある目盛りから長さを測るものです。

## 取扱いの注意点

- 投影機の校正周期は、6か月～3年です。

## 測定顕微鏡

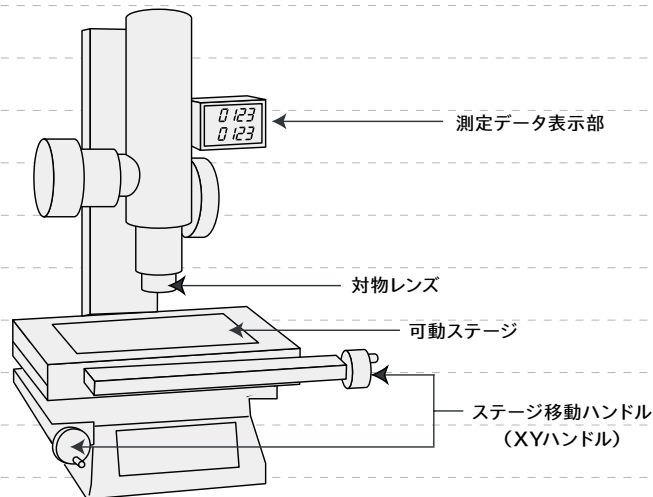
### 概要

光学顕微鏡と精密可動テーブルの組み合わせによって、対象物の測定を行う装置です。投影機と同様にテレセントリック光学系を採用していて、正確な測定が可能です。非接触で測定ができるため、対象物を傷つける恐れがありません。

用途に応じて、工具顕微鏡や工場用測定顕微鏡、万能測定顕微鏡などがあります。それぞれの特徴は次の通りです。

- 工具顕微鏡…測定顕微鏡の原点で、元々工具の測定に用いていました。
- 工場用測定顕微鏡…小さな加工部品などの測定に適しています。
- 万能測定顕微鏡…工具顕微鏡よりも広い用途に対応し、大きな対象物の測定が可能です。

### 構造と用途



### 測定顕微鏡の主な使い方

- 1 ステージに対象物をセットします。
- 2 一般的な光学顕微鏡と同じく透過光もしくは反射光を対象物に当てて、陰の境目を基準線に合わせて測定を行います。対象物によって光源 (LED、ハロゲンなど) を使い分けます。
- 3 計測値は各種のCADデータとして出力が可能です。

### 取扱いの注意点

- 一般の顕微鏡を使用する際と同様に、ほこりのない環境で使用する必要があります。また、設置台は振動や傾斜のないことが求められます。
- 使用後はカバーをかけてほこりがつくのを防止します。
- 測定顕微鏡の校正周期は、1 ～ 3年です。

# CNC 画像測定機

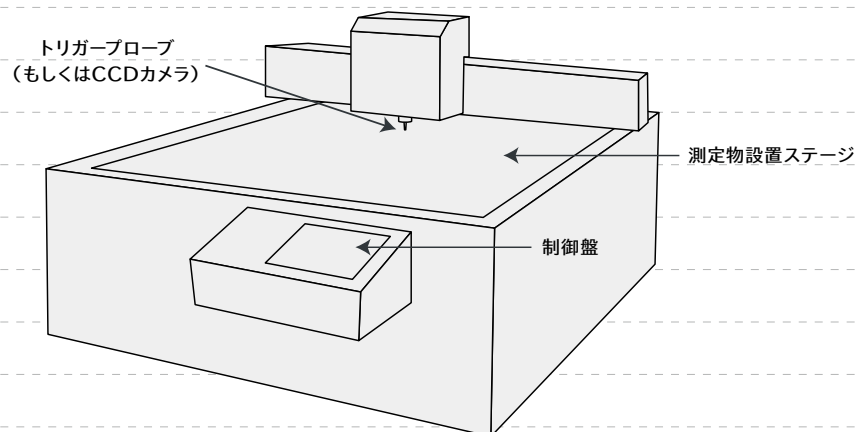
## 概要

投影機や測定顕微鏡と同じく、画像を用いて測定を行う非接触式の装置です。

CNCとはComputer Numerical Controlの略で「コンピュータ数値制御」を意味し、画像処理技術に基づいて高速かつ高精度での自動測定を可能にしています。生産現場でFA化が進む中で、発展を遂げてきました。

高精度な測定のほか、製造ラインにおいて部品などの良否確認で重宝されています。最近の機種は高精度なCCDを用いて、カラー画像での観察が可能となっています。また、ソフトウェアの進化で多彩なエッジ検出ができるほか、複雑な演算に対応しています。

## 構造と用途



## CNC画像測定機的主要な使い方

- 1 対象物は測定室にあらかじめ5時間以上置き、室温（一般的に20℃）にならすことで、熱膨張による誤差を防ぎます。
- 2 ステージに対象物をセットして、画像の読み取り、エッジの検出を行います。
- 3 測定したい場所を指定して、レーザー光によって測定します。
- 4 計測値は各種のCADデータとして出力が可能です。

## 取扱いの注意点

- 校正用のチャートを用いて、オートフォーカスの精度などを定期的に確認する必要があります。

## 輪郭形状測定機

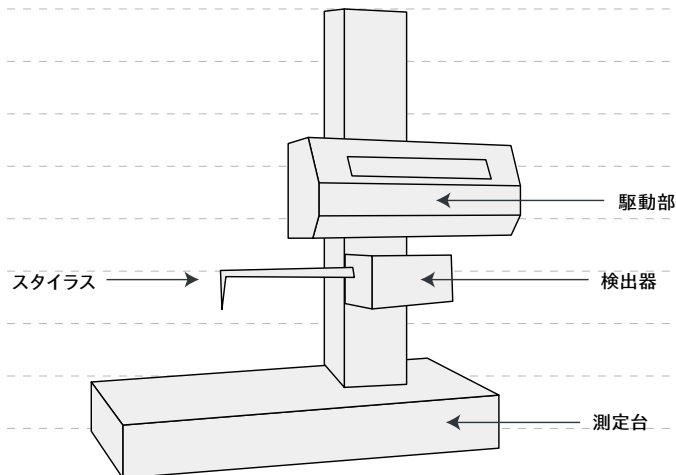
### 概要

スタイラスと呼ばれる触針を用いて対象物の表面をなぞることで、その輪郭形状を測定、記録する装置です。表面粗さ計として使用可能なものもあります。CNC制御の機種では、角度や円弧の半径、段差、ネジのピッチといった測定が可能です。ねじ山の形状やミクロン台の薄膜など微小な形状の測定に向いています。

近年は触針の代わりにレーザーを用いて、非接触で輪郭をなぞることで複雑な形状の測定に対応した機種もあります。また、機種によっては上下両面の測定が可能なものもあります。

主に試作品の作成時に設計図通りの仕様がどうかを確認する用途で用いられます。また、リバースエンジニアリングとしての活用もあります。

### 構造と用途



### 輪郭形状測定機的主要な使い方

- 1 触針を本体に装着します。
- 2 位置決め、原点設定など取扱い手順通りに測定を行います。
- 3 Y軸テーブルや回転テーブルなどの治具を用いることで、測定を自動化することができます。
- 4 計測データは、各種のCADデータに変換して利用することができます。

### 取扱いの注意点

- 対象物の形状や測定の目的に合ったスタイラスを選ぶ必要があります。
- 特にレーザー式の機種ではほこりのない環境での測定が求められます。
- 高精度で正しく測定するためには、治具などを用いて測定機の上に正しく位置合わせを行う必要があります。
- 使用前の校正が必要です。校正は専用のキットを用いて行います。

# 三次元測定機

## 概要

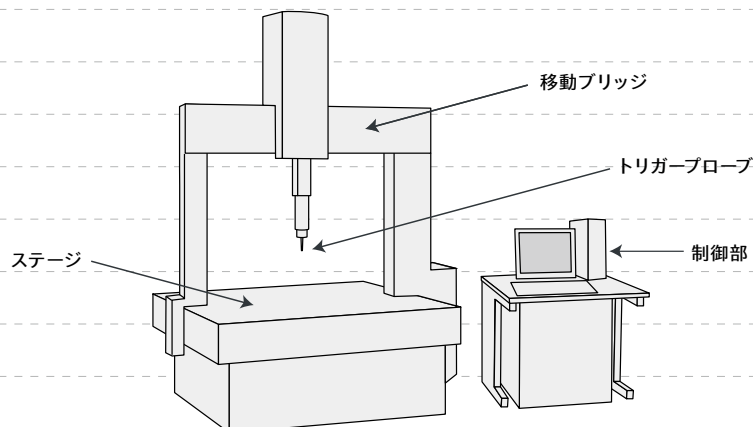
従来、投影機や測定顕微鏡による測定は目視で行うため、操作に習熟が求められたほか、測定に時間がかかります。

これに対して、三次元測定機は画像処理技術によって対象物の縦、横、高さの寸法を測定できる装置です。また、対象物の自動測定および測定データの記録ができるほか、各種の演算によって特殊な値を算出することも可能です。

機種としては、タッチプローブと呼ばれる球状の物体を用いた接触式と、レーザなどを用いた非接触式があります。なかには、自動車産業向けに10mを越える対象物を測定できるものもあります。

用途としては、自動車部品などの金型、機械部品など立体物に対して、対象物と図面との差異の測定などに用います。最近では、3Dプリンタの普及に伴い、既存部品や標準部品の寸法を三次元測定機で測定し、そのデータをもとに3Dプリンタで試作品を製作するといった活用も出てきています。

## 構造と用途



## 三次元測定機の主な使い方

- 1 対象物は測定室にあらかじめ5時間以上置き、室温（一般的に20℃）にならすことで、熱膨張による誤差を防ぎます。
- 2 機器の取扱い手順通りに測定を行います。
- 3 測定したデータはパソコンに取り込み、3D-CADなどのデータとして活用することが可能です。

## 取扱いの注意点

- 機種によっては、0.1  $\mu\text{m}$  のオーダーまで計測できるものがありますが、測定精度を求めるには適切な使用と管理が欠かせません。
- 使用時には可動部が平行および垂直に動くことを確認します。また、標準器などを用いて、指示誤差のないことを確認します。
- 正確な測定には、対象物を測定室の温度に慣らすことが欠かせません。もしくは測定パラメータを設定することで、補正を行います。
- タッチプローブの場合、測定時、対象物への接触速度を一定にし、値を測定することが大切です。
- 三次元測定機の校正周期は、6か月～2年です。

## 粗さ計

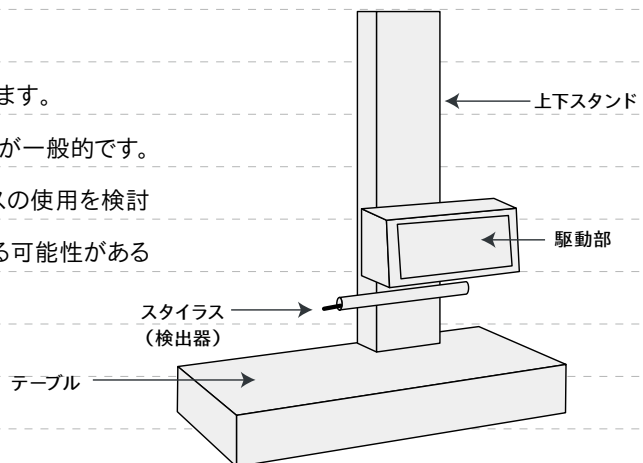
### 概要

「表面粗さ計」とも呼ばれ、対象物の表面の平滑度（凸凹の程度）を測定する装置です。主に触針式やレーザ式があります。従来、ダイヤモンド製の触針を用いた機種が一般的でしたが、半導体などの表面を測定する際に傷をつける恐れがあることから、光学タイプのものが普及しています。平面だけでなく、曲面の測定が可能な機種があるほか、最近では表面の測定データをもとに形状を三次元画像で表示できるものもあります。

用途としては、金属表面の摩耗状況や切削面の状況の確認、塗装時の仕上がり状態を確認するなどが挙げられます。電子部品の薄膜加工が進む中で、ナノメートルオーダで測定できるものもあります。

### 構造と用途

- 基本はJISに準拠した測定を心がける必要があります。
  - 触針式の場合、先端の半径が $2\mu\text{m}$ のものを使うのが一般的です。
- ただし、精密加工品によっては $0.1 \sim 0.5\mu\text{m}$ クラスの使用を検討します。用いる触針によって測定値にばらつきが出る可能性があるため、事前に確認することが欠かせません。



### 粗さ計の主な使い方

- 1 接触式の場合、触針が対象物の表面をなぞり、表面の粗さを測定します。レーザによる非接触式は対象物にレーザを照射して、反射した光を検知して粗さを測定します。
- 2 測定時は測定方向に注意する必要があります。たとえば、金属加工品の場合、凸凹の特徴をより確実にとらえるため、基本的に加工方向と直角に測定を行います。
- 3 正確な測定のためには、測定速度の決定が大切です。まずは低い速度から試してみて、測定値がぶれない範囲で速度調整を行います。

### 取扱いの注意点

- 正しい測定のためには定期的な校正が必要です。

## CHAPTER 4

# 測定器の選び方

### 対象物から選ぶ

#### 形状はシンプルか複雑か？

当然ながら、直方体や円形物など対象物の形状がシンプルなものほど、寸法の測定は容易です。また、物差しや巻き尺をはじめとして、ノギスやマイクロメータなど各種の計測機器を用いることが可能です。高さの測定では、ハイトゲージもしくはダイヤルゲージとのセットを利用します。

これに対して、多角形や星型など形状の複雑な対象物の寸法を測るのは困難が伴います。使用可能な測定機器も限られます。特に複雑な形状の寸法測定に威力を発揮するのが投影機や画像寸法測定器です。近年は対象物をステージに置くだけで、複雑な形状の寸法や角度などを一瞬で測定できる機種があります。

#### 材質は硬いか柔らかいか？

金属やセラミックスなど硬度の高い対象物は、ノギスやマイクロメータの測定部ではさんだ際、変形する割合が少なく、いずれの測定機器を用いても測定がしやすいといえます。

一方、合成樹脂など柔らかい対象物は測定機器ではさむと変形するため、測定が困難です。こうした場合に便利なのが非接触型の測定機です。たとえば、画像測定機はレーザ光などを利用することで、非接触で外形の寸法を測ることができ、とても便利です。

#### サイズの大小で選ぶ

サブミクロンの極めて小さな対象物を図るには、測定顕微鏡が有効です。原理は顕微鏡と同様で、非接触で測定できるため、対象物を傷つけることがありません。

一方、自動車など数メートルに及ぶ対象物では、簡易計測としては長尺スケールを用います。また、精密な計測には大型CNC三次元測定機が役立ちます。

#### 透明、非透明で選ぶ

非透明の対象物は、各種の計測機器で測定することが可能です。しかし、透明フィルムの厚みなど光の透過率の高い対象物は工夫が必要です。マイクロメータなど接触式の機器は透明物でも図ることができるものの、フィルムのように柔らかいものを正確に測定するには不向きです。その点、レーザ変位計などレーザ光を用いた測定機は、非接触で正確に測定することが可能です。

移動ブリッジ

サイズ

形状

材質

対象物の  
条件のあった  
測定機を選ぶ



## 目盛りの単位から選ぶ

### 1mm単位

目盛りが1mmの単位で測定するものとして最もポピュラーなのが、物差しです。製造現場ではスチール製やガラス製のものが用いられます。加えて、巻き尺も一般的で、プラントの技術者は例外なく携行している姿を見かけます。

金属加工をはじめとして、物づくりの現場でよく目にするのはブロックゲージです。鋼でできた直方体で、寸法および平行度が $0.1\mu\text{m}$ のオーダーで保証されており、加工物の寸法測定に重宝します。複数のブロックゲージを組み合わせることで、さまざまな長さを作り出すことができる点もメリットの一つです。

### 0.1mm単位

0.1mm単位で測定する場合、一般的に使用されるのが、ノギスです。最小目盛りは $0.02\text{mm}$ もしくは $0.05\text{mm}$ です。このほか、高さの測定にハイトゲージを用いることもあります。

### 0.01mm単位

0.01mm単位を測るために、しばしば使用されるのがマイクロメータです。いわゆるアッペの原理に基づくため、高い精度での測定が可能です。また、ダイヤルゲージも多く使用されます。このほか、投影機は多数の測定点を正確に測ることができます。

### 0.001mm単位

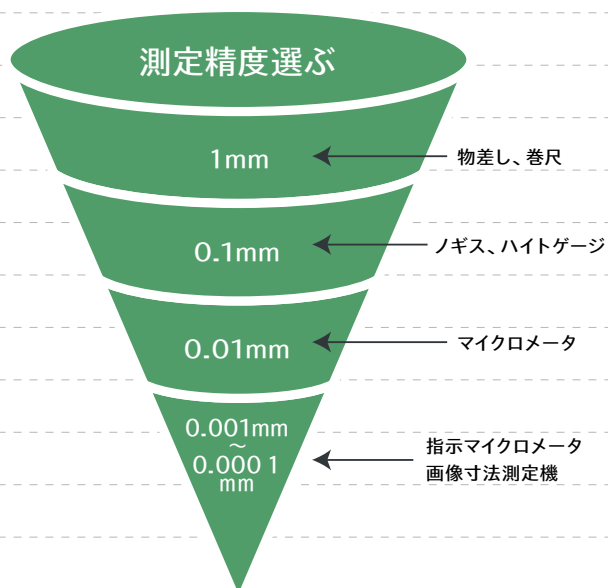
ミクロンの単位を測るには、指示マイクロメータを用います。最近では測定値をデジタルで表示するタイプが一般的になっています。測定時には塵埃の付着に注意する必要があります。

また、デジタル測定機を使用することで、熟練者でなくてもミクロン単位の測定ができるようになっています。

### 0.0001mm単位

$1\mu\text{m}$ まではマイクロメータなど機械式の測定機器で対応が可能です。サブミクロン単位となると難しいといえます。レーザ式の測長機や電子マイクロ、マイクロセンスなどが用いられます。また最近では、画像寸法測定などが登場し、高精度な測定が簡単にできるようになっています。

正しい測定のためには、 $20^{\circ}\text{C}$ の恒温状態にした測定室で実施するなど、測定環境が重要になります。



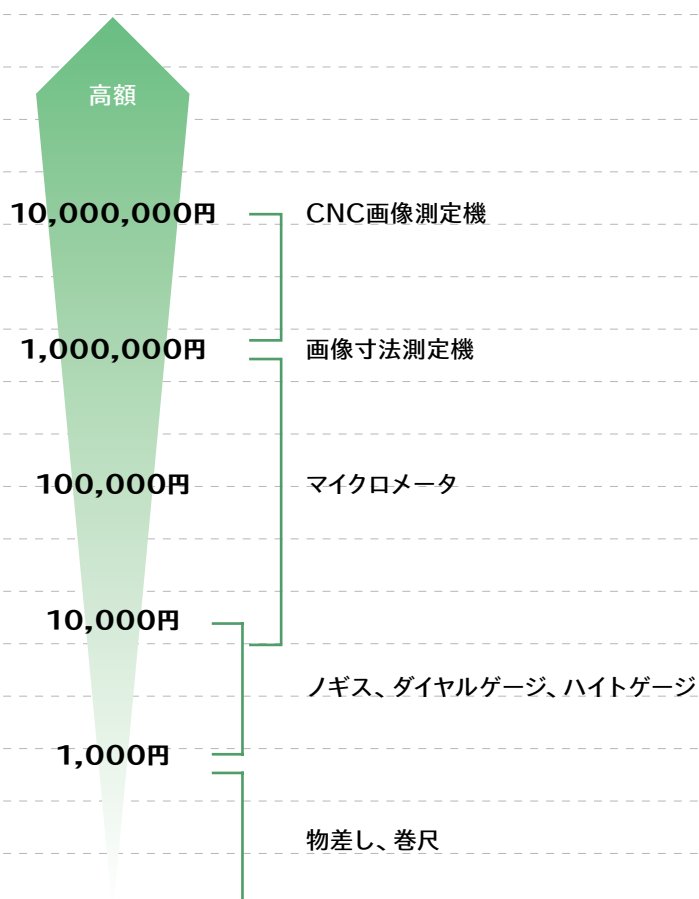
## コストから選ぶ

コストの安いものとしては、物差しおよび巻き尺を挙げることができます。物づくりの現場では必須のアイテムといえます。また、ノギスも比較的低コストの測定機器であり、0.1mm単位の測定に役立ちます。

ダイヤルゲージおよびハイトゲージはやや高いものの、0.01mm単位で測定することが可能です。

マイクロメータは、数千円のものから数十万円のものまであり、測定の目的や精度に応じて使い分けることができます。

近年は精密測定用にデジタル式の測定機が多数登場しています。画像寸法測定機は500万円前後、CNC画像測定機は高い機種で約2000万円といった高額なものもあります。ひとくちに測定機器といっても低価格のものから高価格帯のものまで幅広く揃っていて、測定の対象物や用途、精度に応じて適切なものを選ぶ必要があります。

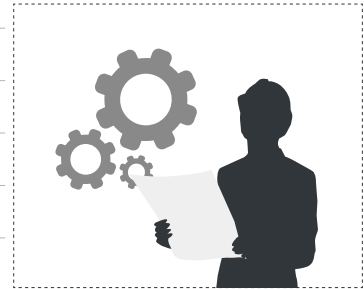


## 測定環境から選ぶ

### 製造現場

金属加工をはじめとして、物づくりの現場でよく目にするのは、ノギスやマイクロメータ、ブロックゲージなどです。鋼でできた直方体で、寸法および平行度が $0.1\mu\text{m}$ のオーダーで保証されており、加工物の寸法測定に重宝します。複数のブロックゲージを組み合わせることで、さまざまな長さを作り出すことができる点もメリットの一つです。

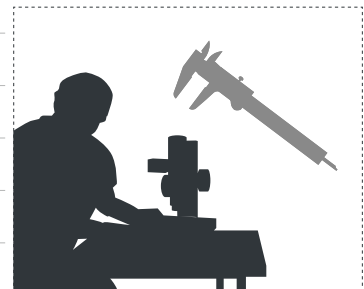
製造現場では塵埃や油、加工かすがつきものであることから、測定機器の汚染や傷つきによって誤差が生じるリスクがあります。日頃から清掃を心がける必要があります。



### 測定室

$0.01\text{mm}$ 単位を測るために、しばしば使用されるのがマイクロメータです。いわゆるアッペの原理に基づくため、高い精度での測定が可能です。また、ダイヤルゲージも多く使用されます。サブミクロン単位の測定では、レーザ式の測長機や画像寸法測定などが用いられ、高精度な測定が簡単にできるようになっています。

測定室は通常、室温が管理されていますが、対象物が金属の場合、熱膨張のリスクがあります。精密測定のためには、あらかじめ対象物を室温にしておく、素手で握らない、といった配慮が欠かせません。



### オフィス

製造現場に比べて、汚染などのリスクは低いものの、測定室で行うような精密な測定は難しい環境です。また、複数の人が測定を行うことがあるため、測定機器の管理を怠ると正しい測定ができないリスクがあります。そのため、機器の管理者や管理基準を定めておく必要があります。



## 用途から選ぶ

### 長さの測定

製造現場における長さの測定では、物差しや巻き尺、ブロックゲージの利用が一般的です。数メートルに及ぶ対象物では、長尺スケールを用います。より精密に測るためには、ノギスやダイヤルゲージ、マイクロメータなどを用います。

### 角度の測定

度の単位では、半円分度器が役立ちます。分の単位では、ベベルプロトラクタや投影機を用います。さらに秒の単位では、サインバーという測定機器があります。また、角度ゲージやオートコリメータを使うことで、秒単位の測定が可能です。

直角度を確認する道具としては、スコヤ(スクエア)や直角度測定機があります。

### 穴径の測定

物体の穴径を測定するには、ノギスが活躍します。また、専用の内径測定機があります。

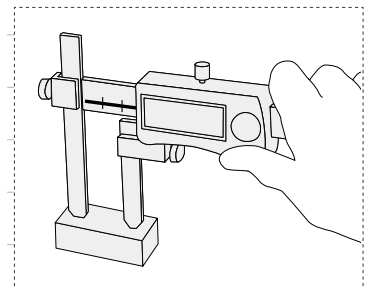
径の大きな輪状の対象物を測定するには、棒状のマイクロメータやシリンダゲージ、小径測定機、栓ゲージが活躍します。より精密に想定する場合、電子マイクロやエアマイクロを利用します。

光学的に精密に測定する必要がある場合、投影機や工場顕微鏡、画像寸法測定機などが役立ちます。

### 座標の測定

工作物の穴の位置など座標を測定するには、オフセンタノギスや穴ピッチゲージ、ハイトゲージ、ピンゲージを用います。

光学的に精密に測定する必要がある場合、投影機や工場顕微鏡、二次元・三次元測定機、画像寸法測定機などが役立ちます。半導体など超精密な測定では、光波干渉標準測定機を用います。



## 測定のスPEEDで選ぶ

### 手作業で確実に

ノギスやマイクロメータは手間がかかるものの、確実に測定することができます。より正しい測定のためには複数回、測定する必要があります。多数の対象物を測定するには時間がかかり、不向きといえます。

### 自動的に素早い測定

画像寸法測定機を用いることで、複雑な対象物の、複数か所の寸法を瞬時に測定することができます。何度も測定し直す必要がなく、多数の対象物であっても自動的に素早い測定が可能です。



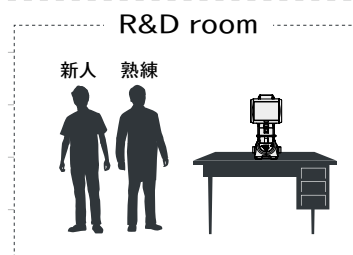
## CHAPTER 5

# 業務ごとに見る測定

### 研究開発

研究開発においては、高精度なデジタル測定機を使用する場面が数多くあります。測定機器によっては10nmといった高い精度で測ることが可能です。ただし、やみくもに精度を求めるのは適切とはいえず、用途と求める精度に合った測定機器選びが欠かせません。

使用に際しては、機器の特性や機能を事前に確認し、正しい手順、管理のもとで測定を行います。



高精度・高性能だけでなく、誰でも使える測定機を選ぶのがポイント

### 使用される測定機器の例

- 測定顕微鏡
- 粗さ計
- CNC画像測定機
- X線CT
- 輪郭形状測定機
- 真円度測定機
- 三次元測定機

### 測定機器を選ぶポイント

- 開発の案件が変わることを想定して、汎用性のある機器であるかどうかをあらかじめ検討する必要があります。
- 多数の実験サンプルなどを測定する場合が多いことから、自動でスピーディに測定できる測定機器が役に立ちます。
- 高精度な測定機器の場合、専門知識や技能が求められるようでは手軽に測定ができません。新人でも測定が容易に行えるように、できるだけ使い勝手の良い測定機器を選ぶことが大切です。

### 測定作業時の注意点

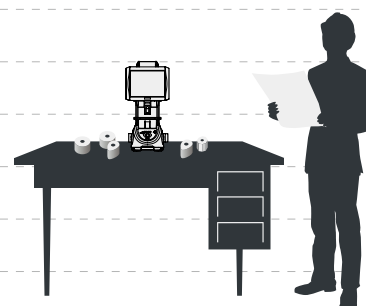
- 精密測定においては、恒温室など温度および湿度、クリーン度が整った環境での測定が必須です。また、温度管理が難しい場合、熱膨張係数に基づく誤差を算出して、標準温度での値を求める必要があります。
- 高価な測定機器が多いため、取扱いおよび管理には慎重さが欠かせません。事前に管理責任者を決めるとともに、取扱い手順を定めて、使用者全員で共有する必要があります。測定後は手順に沿って機器を清掃します。また、数の限られた測定機器を複数のメンバーで使用することが多いため、事前の予約を行うのが一般的です。こうした手順も機器の導入の際に決めておく必要があります。

## 試作評価

試作の現場においては、用いる素材や試作品の評価が主な用途となります。一般的に、試作品は数十点から数百点に上ることから、正確かつ効率よく測定するとともに、そのデータをプロジェクトのメンバーに共有することが求められます。

寸法測定には、ノギスやマイクロメータがしばしば用いられます。ただし、近年は精密測定の場面が多いことから、測定顕微鏡をはじめ、表面粗さ計や輪郭形状測定機、三次元測定機などが用いられています。また、測定の高精度化だけでなく、形状の複雑化に対応する測定ニーズが高まっています。

試作品の評価の過程で量産時の検査項目を決めたり、検査点数を決めたりといったことが行われます。そのため、試作評価に用いた測定機器を量産時の検査に用いることで、誤差の発生を抑えることが可能となります。



**少人数でも、効率よく正確に測定できることが大切**

## 使用される測定機器の例

- 測定顕微鏡
- 粗さ計
- CNC画像測定機
- マイクロメータ
- 輪郭形状測定機
- 三次元測定機
- ノギス

## 測定機器を選ぶポイント

- 試作品は点数が多くなりがちであるため、だれでも素早く簡単に正確な計測ができる機器が望ましいです。
- 複雑な形状の部品を何種類も測定することが多いことから、設定が容易にできる測定機器が便利です。
- 量産時の検査を視野に、生産ラインに導入しやすい測定機器を選ぶことが肝心です。

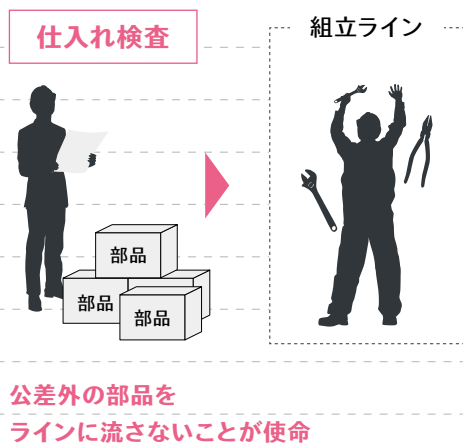
## 測定作業時の注意点

- 試作評価では、複数の人が多数の試作品を評価することから、測定機器の適切な管理が重要です。
- 加工機のある現場と試作評価を行う場所が異なる場合、それぞれに寸法を測定すると、温度など環境の違いで誤差が生じる恐れがあります。あらかじめ量産を見据えて測定条件を一致させる必要があります。

## 受け入れ検査

製品の加工、組み立てでは、外部から購入した部材や部品の受け入れ検査を実施します。全数検査か、抜き取り検査かによって手間と時間が大きく異なるため、用いる測定機器が変わってきます。

一般的には、受入物に添付されている品質保証書や図面に基づき、必要とする箇所を測定します。これによって、公差外の部品を見つけ出し、組立ラインに流れることを防ぎます。公差外の部品が混入した場合、全数の再検査が必要となったり、完成品として出荷された場合、クレームの発生につながるため、受け入れ検査での測定は重要です。



### 使用される測定機器の例

- ノギス
- ブロックゲージ
- 測定顕微鏡
- 金尺
- マイクロメータ
- 三次元測定機

### 測定機器を選ぶポイント

- 受け入れ部品は直ちに組み立てに用いる必要があることから、検査はスピーディに行う必要があります。そのため、複数の測定点を素早く正確に測定できる機器が欠かせません。
- さまざまな種類の部品を受け入れることから、測定時の設定が簡単にできる機器が便利です。

### 測定作業時の注意点

- 作業効率や測定機器の品質管理のため、保管場所と管理者を明らかにしておきます。
- 複数の作業者が測定する場合、測定方法の標準化を進める必要があります。たとえば、ノギスやマイクロメータで測定する場合、同じ触圧で測るといった点に注意を払う必要があります。
- 外注納入者側の検査と受入検査の値に差異が生じて問題となる場合があります。この場合、社内での測定方法の標準化にとどまらず、外注納入者とも測定方法を合わせるといった取り組みが欠かせません。場合によっては、層別散布図などの統計データを作成して、測定機器や測定者、外注納入者ごとに測定値の差異を明らかにして、測定情報を共有するとともに、測定方法の改善を検討します。



## 工程内検査／初品検査／抜取検査／段取り替え

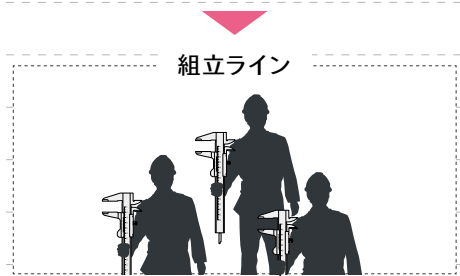
生産の現場においては、工程内の全数保証を実現する上で正確な測定が重要です。

近年は携帯電子デバイスや輸送機の製造が増加する中、高精度な機械加工に対する要求が年々高まっています。製品によっては、従来よりも一桁高いオーダーが求められるようになっていて、検査態勢もそれに合わせたものが必要となっています。

工程内では、決められた仕様のもとで同一の品質のものを作る必要があります。そのため、検査では測定機器の条件出しを確実に行うとともに、製造ラインの稼働時に測定を正しく行うための環境を整えることが欠かせません。

### 工程内検査

- 測定機の条件出しを確実に
- 操作が簡単な機種
- 検査など管理をしっかり



工程内検査の迅速化が効率性向上の決め手

### 使用される測定機器の例

- ノギス
- ブロックゲージ
- マイクロメータ
- 専用治具
- ダイアルゲージ

### 測定機器を選ぶポイント

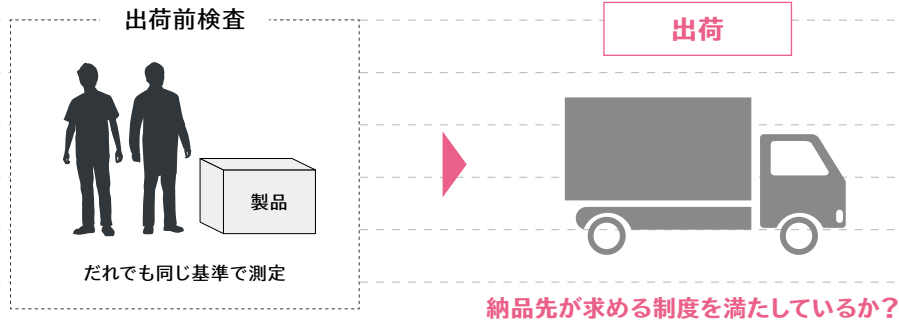
- 現場のオペレータが正しく使いこなせるように、操作が簡単な機器が求められます。
- 検査に時間がかかると、その分、製造ラインの稼働に影響に生産性が下がることから、スピーディかつ正確に測定できる機器を選ぶことが重要です。

### 測定作業時の注意点

- 量産の現場では、あらかじめ専用の治具を製作することがあります。長期にわたって使用する場合、治具のすり減り、汚れなどによる誤差に注意する必要があります。定期的に検査を行うとともに、管理方法を決めることが欠かせません。
- ブロックゲージで測定する場合、素手で取り扱っていると熱膨張が起こることから、温度慣らしの時間を設ける必要があります。
- 工程内の測定データは、品質検査に用いるだけにとどまらず統計データとして活用することで、測定値のばらつきを明らかにできるほか、その原因を探るきっかけとすることができます。

## 出荷前検査

出荷前検査では、限られた時間の中で仕様に合った寸法であるかを、短時間で確実に確認する必要があります。



### 使用される測定機器の例

- ノギス
- CNC画像測定機
- マイクロメータ
- 三次元測定機
- ブロックゲージ

### 測定機器を選ぶポイント

- 納品先が求める精度を把握した上で、測定機器を選ぶ必要があります。
- 取扱いをだれでも簡単に行うことができ、耐久性のある機器を選びます。

### 測定作業時の注意点

- 金属部品などを出荷前に検査する際、測定できる時間が限られる中で、測定が簡便なノギスを使用することがあります。求められる精度を確認した上で、出荷後にトラブルにならない対応が欠かせません。
- 出荷前検査では、測定機器を頻繁に使用することから、機器の精度を落とさない管理が欠かせません。使用前の確認や使用後の清掃はもちろんのこと、保管場所の徹底、持ち出しのルール化などを組織として決めておく必要があります。
- ノギスを使用する際、時間のない中であわてて測定すると、測定面を傾けた状態で測ることになり、正しい寸法を求めることができません。また、マイクロメータでは真上から目盛りを読まないと、視差によって読み取る値が変わりかねません。いずれの場合も、正しく測定方法に習熟するとともに、徹底することが必須です。

# MEMO

測定器の基礎知識

測定を行う環境

測定器の種類と特徴

測定器の選び方

業務ごとに  
見る測定

全商品、送料無料で

当日出荷

必要な時に、必要な量だけ  
在庫不要でトータルコストを削減

デジタル顕微鏡の最新ソリューションを探せる  
[www.keymsp.jp](http://www.keymsp.jp)



安全に関する注意

商品を安全にお使いいただくため、ご使用の  
前に必ず「取扱説明書」をよくお読みください。

## 株式会社 キーエンス

### 技術相談、お問合わせ

お客様の身近な技術営業が  
ダイレクトにサポート

マイクロスコープ事業部

#### 仙台営業所

〒984-0051 仙台市若林区新寺1-3-45  
AIプレミアムビル  
Tel 022-791-5211 Fax 022-791-5233

#### 浦和営業所

〒330-0063 さいたま市浦和区高砂2-2-3  
さいたま浦和ビルディング  
Tel 048-831-4211 Fax 048-831-4555

#### 東京営業所

〒105-0023 東京都港区芝浦1-1-1  
浜松町ビルディング  
Tel 03-5439-6755 Fax 03-5439-9466

#### 横浜営業所

〒220-6215 横浜西区みなとみらい2-3-5  
クイーンズタワーC  
Tel 045-640-0977 Fax 045-640-0988

#### 静岡営業所

〒422-8061 静岡市駿河区森下町1-35  
静岡MYタワー  
Tel 054-202-4111 Fax 054-202-4155

#### 名古屋営業所

〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-20-17  
KDX桜通ビル  
Tel 052-950-5711 Fax 052-950-5766

#### 大阪営業所

〒532-0003 大阪市淀川区宮原3-5-24  
新大阪第一生命ビル  
Tel 06-6392-4211 Fax 06-6392-4222

#### 福岡営業所

〒812-0011 福岡市博多区博多駅前1-21-28  
博多駅前スクエア  
Tel 092-452-8430 Fax 092-452-8433

#### 本社・研究所／マイクロスコープ事業部

〒533-8555 大阪市東淀川区東中島1-3-14  
Tel 06-6379-1141 Fax 06-6379-1140

### お客様相談窓口

フリーダイヤル



0120-739-007

一部のIP電話からはご利用いただけません。

専用メールアドレス

[mtech@keyence.co.jp](mailto:mtech@keyence.co.jp)

マイクロスコープ

記載内容は、発売時点での当社調べであり、

予告なく変更する場合があります。

記載されている会社名、製品名等は、

それぞれ各社の商標または登録商標です。

Copyright© 2015 KEYENCE CORPORATION.  
All rights reserved.

## 画像寸法測定器IMシリーズが もっとよく分かるカタログ



すぐにお届け！



お電話から

0120-761-701

一部のIP電話からはご利用いただけません。



Webから

[www.keyence.co.jp/im/001](http://www.keyence.co.jp/im/001)