

# ノギスの使い方

地学実験を受講する前に予習しておきましょう

これは、ノギスの使い方やその原理などについてあまり詳しくなりすぎない程度に解説したものです。とりあえず使えるようになるだけでしたら、最初の 4 ページだけを読んで下さい。原理まで興味が湧いたらそれに続く 3 ページを読んで下さい。本文を理解するために脚注を読む必要はありません。重要な事は全て本文に書いてあります。

東京電機大学 理工学部 生命工学科 類家 正稔

2007 年 5 月 G.W.



図 1: (a) スケール, (b) パス<sup>4</sup>, (c) ノギス。スケールとパスの機能をあわせ持つものがノギスです。

## 1 ノギスとは

0–150 mm 程度の寸法を 0.05mm 単位で測る<sup>1</sup>必要があるときにノギスを使います。ノギス<sup>2</sup>とはスケールとパスを合体した測定器です。スケールとは鋼尺のことで、字の如く鉄製の定規のことです。パスとは聞き慣れないでしょうが、これは直接長さを測るモノではなく、長さを写し取るモノです<sup>3</sup>。パスはその形状から想像がつくように、鋼尺では長さのはかれないような、複雑な形状をした物体の 2 点間の距離などの長さを写し取ることができます。しかし、モノの長さを測るのにはパスだけではあまり役には立ちません。パスで被測定物の長さを写し取って、その長さを他の何か、つまりスケールで測ってやる必要があります。すなわち、パスとスケールを合体させたモノを使いたいという欲求は当然であって、それがノギスであるわけです。

## 2 とりあえず使えるようになろう

ノギスは現場型の測定器具です。実際に使えてナンボですので、とりあえず使い方を説明します<sup>5</sup>。

### 2.1 各部の名前を知ろう

図 2 に各部のノギスの各部の名前を示しています。必ずしもこれらの部位の名前を憶える必要はないのですが、使い方を説明する上でどうしても必要なこのテキストを読んでいる間は憶えて下さい。

<sup>1</sup>ジツは、大小さまざまなノギスがあるので一概には言えないのですが、そこに気を使っていると何も説明できませんので、最も典型的な例を挙げました。それが 150mm F.S. (フルスケール)、最小読み取り値 0.05mm です。

<sup>2</sup>ノギスとはドイツ語の Nonius に由来します。意味は「副尺」です。.....副尺はフランスで発明され、ドイツを経由して日本に伝えられました。副尺はバーニアと呼ばれますが、これは発明者の名前 Vernier (当然フランス語です) の英語読みです。測定器具であるノギスの一部分である副尺はこのフランス語 (の英語読みややこしい) が残っているのですが、測定器具自体はドイツ語の Nonius が日本語的に訛ったまたまたややこしいノギスと呼ばれます。ちなみに、英語ではノギスのことを slide calipers (スライド式内外径計測器) や vernier calipers (副尺付内外径計測器) と呼びます。

<sup>3</sup>皆さんが一度は使ったことのあるコンパスもパスの仲間です。

<sup>4</sup><http://konpasu.ocnk.net/>から写真を拝借

<sup>5</sup>というのも、一口にノギスといっても何種類もあるのです。代表的なモノにモーゼル形とかディプスノギスとかがあります。現在 JIS で規定されているノギスの種類だけでも M1 型、M2 型、CB 型、CM 型の 4 種類があります。ここから説明して長所・短所などを挙げ連ねていたらトテモトテモ.....。なので、説明はモーゼル形の M1 形に話を限定します。普通の人が手にするのはほとんどの場合コレです。

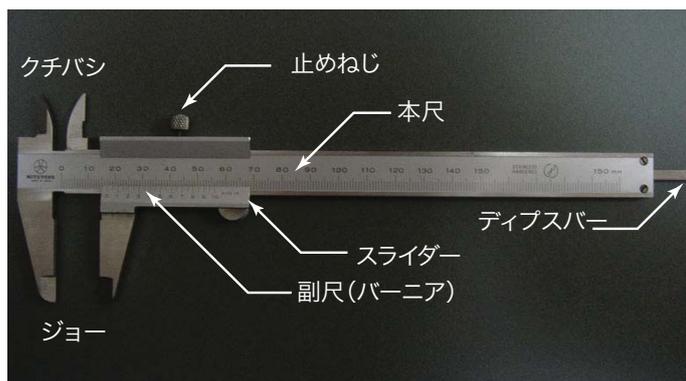


図 2: ノギスの各部位の名前。全てを憶える必要はありませんが、バーニアという名前は憶えましょう。

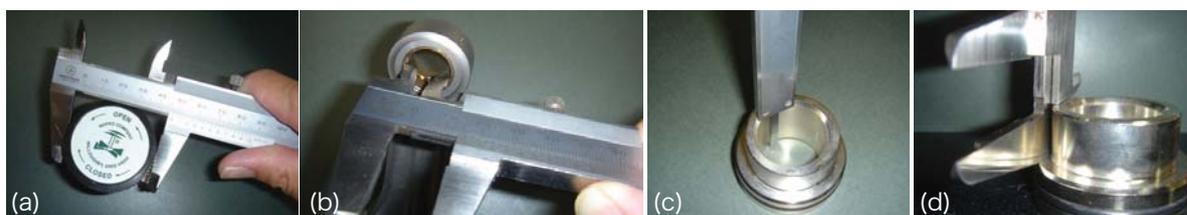


図 3: ノギスの使い方 (a) 外径測定, (b) 内径測定, (c) 深さ測定, (d) 段差測定。正確に測るにはそれぞれの測定法にコツがあります。何度か試してみましょう。

## 2.2 測り方

ノギスは外径測定、内径測定、深さ測定、段差測定の4種類の測定ができます。最後の段差測定は、深さ測定のやり方である程度代用がきくので、知らない人が結構います。いずれの場合も、止めねじをゆるめ、被測定物を軽く挟みます。その際、くちばし（内径測定の場合）やジョー（外径測定の場合）を被測定物に直角にあてることが重要です<sup>6</sup>。目盛りの読み方（どこの目盛りをどう読めばいいのか）は次節で説明しますので、ここでは「どんな測定をする時はノギスのどの部分を使えばいいのか」を説明します。

**外径測定** 測定箇所をジョーで挟み、目盛りを読みます。被測定物を少しずつずらして何度か測定し、**最小値**を求めます。

**内径測定** 測定箇所にクチバシを差し込み、スライダをひらいていき、クチバシが測定箇所にあたったら目盛りを読みます。何度か測定し、**最大値**を求めます<sup>7</sup>。

**深さ測定** 本尺の末端部を深さ測定箇所の端面にあわせ、スライダを動かしディプスパーを最深部にあわせ目盛りを読みます。

**段差測定** 測定段差の端面に本尺の頭部とスライダの頭部をあわせ目盛りを読みます。

<sup>6</sup>長さ計測機器の設計の指針となる測定精度に関する原理としてアッペの原理と呼ばれるものがあります。要は、計測の精度を高めるためには、測定物と基準を同一の軸上に配置する必要があるという事を主張する原理です。ノギスは図2から分かるように、被測定物と本尺とが同一直線上になく、アッペの原理に沿わない測定機器と言うことになります。

<sup>7</sup>内径測定の場合はクチバシの厚さに由来する誤差が生じます。

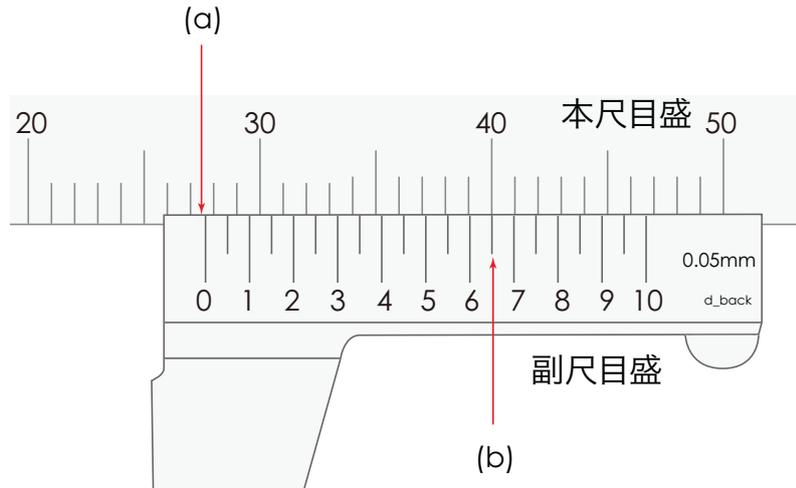


図 4: ノギスの目盛の読み方。バーニアのゼロが本尺目盛のどこにあるか→本尺と副尺の目盛りが一致するのがどこか、という流れで測定値を得ます。

### 2.3 目盛りの読み方

ノギスは 4 種類の測定法がある事は前節で説明しましたが、いずれの場合でも目盛りの読み方は一緒です。どこを読めばいいか、端的に言うとノギスが図 4 のような場合、(a) の位置が測定寸法を示しています。つまり、読むべき目盛りは本尺で、本尺のどこを読めばいいかを教えてくれるのが副尺の<sup>ゼロ</sup>0 の位置です。また、本尺の最小目盛り以下を正確に読むために副尺の目盛りを活用します。具体的には以下に記した手順で目盛りを読み取ります。

- 副尺の<sup>ゼロ</sup>0 に注目します。これが、本尺目盛のいくつといくつの間にあるかを読みます。
  - － 図 4 の場合は、27mm–28mm の間にあることが分かるので、27.〇〇 mm であることまで分かります。
- 本尺目盛と副尺目盛がピッタリと一致している所を探し、その副尺の目盛りを読みます。
  - － 図 4 の場合は、0.65 で一致しています。(このノギスの副尺 1 目盛りは 0.05mm なので、6.5 と読むのは誤りで、0.65 が正しい読み方です。)
- 本尺の読みと副尺の読みを足して測定値を出します。
  - － 図 4 の場合は、本尺 27mm で、副尺は 0.65mm なので合計 27.65mm となります。

#### ■演習問題

図 5 はいくつを示しているでしょう。

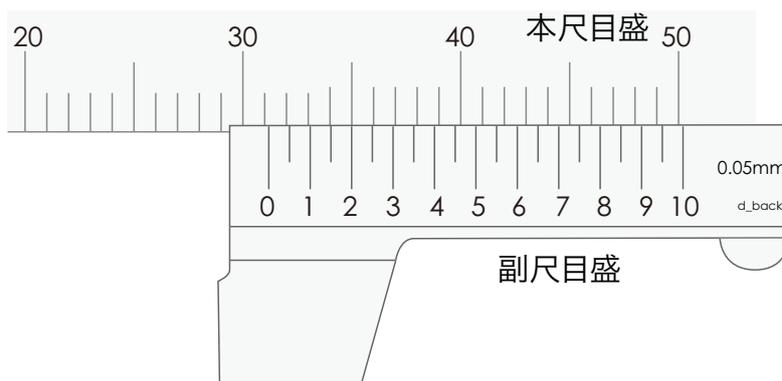


図 5: 演習問題：ノギスの目盛の読み方

## 2.4 使用上の注意点

ノギスは精密測定器です。乱暴に扱うとすぐに精度が落ちます。ここでは具体的にどのような点に注意すればよいのかを簡単にまとめておきます。

- **地べたにノギスをおかないようにします。** 当たり前の事ですが、現場でノギスを使うと分かりますが、つい置いてしまう事がよくあります。
- ノギスは作業台の端から遠い部分（つまり、作業台の奥の方）に置きましょう。測定方法で述べたように、ノギスはいろいろな部分が測定基準面となるため、あらゆる部分のエッジが立っています。これが原因でノギスは洋服によく引っかかります。作業台の端の方に置いておくと、袖に引っかけてノギスを投げ飛ばす事がよくあります。機械的な衝撃は精密機器の大敵ですから十分注意しましょう。
- スライド部分にゴミが付着していたら速やかに取り除きましょう。気づかずに使用していると、スライド部分が偏摩耗して誤差の原因になります。
- 外径測定や内径測定をしている時にディプスバーが飛び出ているのに気づかずにけがをする場合がありますので十分に注意して使用しましょう。また、測定を終えてノギスを作業台に置いたときにノギスのジョーを閉じておきましょう。

**■デジタルノギス**

アナログのノギスの最小読み取り値が 0.05 mm であるのに対し、デジタルノギスの最小読み取り値は 0.01mm とマイクロメータ並みです。図 6 に示したものは、

- デジタルで読み取りが容易
- ソーラー電池なので電池切れの心配無し
- オートオン・オフ機能付き

で、使い勝手抜群です。ただし、デジタルノギスはアナログのものに比べ高価です<sup>a</sup>。

<sup>a</sup>デジタルノギスの価格はアナログノギスの 3-4 倍します。



図 6: デジタル読み取りノギス Mitutoyo CD-S20C

### 3 アナログ目盛りを読む

デジタル表示の指示値を読むことは容易ですが、アナログ目盛りをキチンと読むことは意外と簡単なことではないのです。というのは、同じ目盛りでも直読と推読という2通りの読み方があって、日常では直読するのが普通なのに、実験をするときなどは推読するのが常識となっています。また、推読の精度を上げるためにバーニア読みという工夫があります。

#### ■直読

目盛りを最小単位まで読むことを直読<sup>ちよくどく</sup>といいます。日常生活においては極めて普通の読み方です。図7に示したように、1mm単位で目盛りが刻まれたプラスチック定規で鉛筆の長さを測るような場合、148mmと読むのが普通で、この読み方を直読と言います。

#### ■推読

最小目盛り以下まで<sup>すいどく</sup>だいたい<sup>めの子</sup>で読むことを推読<sup>すいどく</sup>と言います。目の子で読むとも言います。初心者は最小目盛りの半分程度までしか読めないかもしれませんが、熟練すると最小目盛りの $\frac{1}{10}$ まで読めるようになります<sup>9</sup>。先ほど例に挙げた鉛筆の長さを推読すると、148.2mmと読めるでしょう。(これを148.1mmとか148.3mmなどと読んでも間違いではありません。)

#### ■バーニア<sup>10</sup>読み

最小目盛りの $\frac{1}{10}$ や $\frac{1}{20}$ まで正確に読めるよう、副尺を用いて読む方法をバーニア(副尺)読みと言います。読み方は前節で説明した通りです。原理については次節で説明します。

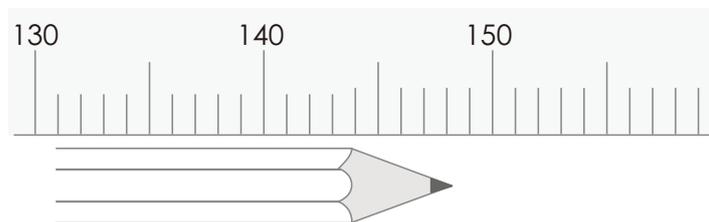


図7: 直読と推読。この鉛筆の長さはいくつでしょうか。

<sup>8</sup>「だいたい」で読んでいいの?.....自分の「だいたい」と他の誰かの「だいたい」は違うけどそれでいいの?という疑問をもつのはマトモです。でも、いいのです。ここに有効数字の考え方がありません。有効数字の意味を思い出してみると得られた数値のうち、誤差が含まれる最初の桁までが有効というのが定義でしたね。最小目盛り以上で数値を読み取っている場合は、もちろん誤差は入りません。しかし、最小目盛り以下を「だいたい」でよめば、当然そこには誤差が入ります。そして、その桁が誤差の含まれる最初の桁です。また、「誤差が含まれる最初の桁までを有効数字という」という定義のもと、測定値は有効数字の全てを示すのがルールになっています。ですから、「だいたい」で読んだ最小目盛り以下の数値は、そこに誤差が含まれているという前提で見ると、だから「だいたい」で読んでいいのです

<sup>9</sup>というか、人間の目では $\frac{1}{10}$ が限界であると言われています。

<sup>10</sup>バーニアとバーニアどちらも使われているようです

## 4 バーニアの原理

本尺目盛に対して副尺をバーニアと呼びます。バーニアの原理は 1631 年にフランスの数学者 Pierre Vernier(1580-1637) が発表したものです。使い方が非常に簡単なのは既に述べた通りですが、それから容易に想像がつくように、**原理も非常に簡単です**。要約すれば、

本尺目盛の  $(n - 1)$  目盛りを  $n$  等分することにより、本尺目盛の  $\frac{1}{n}$  まで読める。

に尽きます<sup>11</sup>。

原理的には  $n$  は幾つでもいいのですが、実際には  $n = 10$  もしくは  $n = 20$  のどちらかが用いられ、それぞれの場合、読み取ることのできるのは最小目盛りの  $\frac{1}{10}$  もしくは  $\frac{1}{20}$  です。すなわち、最小目盛りが 1mm のノギスの場合、最小読み取り値は 0.1 mm もしくは 0.05 mm ということになります。なぜ、こんなことになるのかを  $n = 10$  の場合について以下で説明します。

- 図 8(a) を見て下さい。「本尺目盛の  $(n - 1)$  目盛りを  $n$  等分する」とは、具体的には、**9 mm を 10 等分した副尺を用意すること**に相当します。
- 当然副尺の 1 目盛りは  $\frac{9}{10}$  mm (0.9 mm) ですから、図 8(b) に示したように本尺と副尺の目盛りの 0 をあわせると、本尺と副尺の目盛りは 1 目盛りにつき 0.1mm ずつずれていきます。
- これをふまえた上で、図 8(c) を見て下さい。
  - － これは図 8(b) と違って、本尺と副尺の 4 をあわせています。すると、図 8(b) で確認したように隣の目盛りでは 0.1mm ずれて、その隣では 0.2mm ずれて…… という具合にずれていきます。これはぴったり合わせた 4 の右側 (数値の大きい側) でも左側 (数値の小さい側) でも同じです。
  - － では、副尺の 0 の位置に注目して下さい。本尺目盛の 0 とはずれています。どれだけずれているのでしょうか。答えはカンタン。ピッタリの 4 から 4 目盛り離れているので本尺目盛と副尺のずれは 0.4 のはずです。つまり、本尺目盛の 0 と副尺の 0 とは 0.4mm だけずれているのです。ということは、……
  - － 副尺の 0 が本尺目盛の 0 よりどれだけずれているかを知るには、副尺の目盛りと本尺目盛がピッタリになっている所を探せばよいということになります。これがバーニアの原理です。

<sup>11</sup>といっても、この一文だけで全てを理解するのはおそらく難しいでしょう。一度理解してしまえば、この一文だけで全てを言い尽くしているように思えるのですが (そのため、これだけで説明を終えている解説もよく見かけます)、初めて勉強する者にはチンプンカンプンでしょう。以下に噛み砕いて説明します。



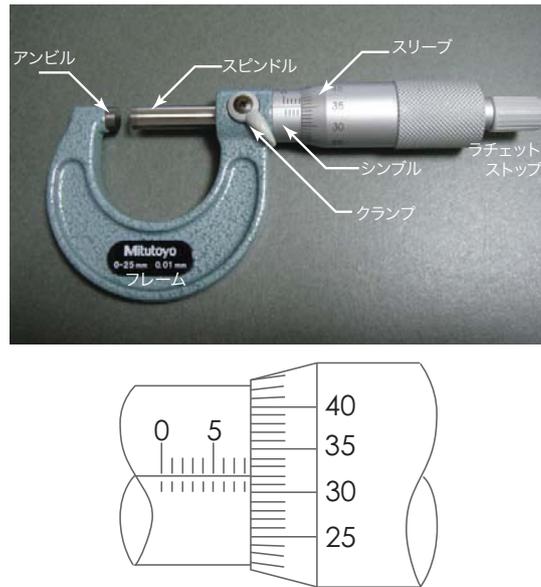


図 9: マイクロメータ。各部の名称（上）と演習問題（下）

## 5 おまけ

### 5.1 マイクロメータ

#### 5.1.1 マイクロメータ

ノギスよりも精度よく寸法を測定したい場合は、マイクロメータ<sup>12</sup>を使います。ノギスの最小読み取り値が 0.05 mm であるのに対し、マイクロメータの最小読み取り値は 0.01 mm です。しかし、一般的なものを例にとって説明すると、ノギスの測定範囲が 150mmF.S. であるのに対して、マイクロメータの測定範囲は 25mmF.S. と小型である事、またマイクロメータでの測定にはノギスよりも時間がかかること、などノギスよりも劣る点があります。

- 被測定物をアンビルとスピンドルの間におく
- ラチェットストップを時計回り方向へ回す
- スピンドルが前進し、被測定物をはさむようになる<sup>13</sup>
- ある程度まわし込むと、ラチェットが効いて空回りするようになる
- 目盛りを読む

－ 図 9（下）のマイクロメータがいくつを示しているか分かりますか？

<sup>12</sup>ノギスが発明されたのは 1631 年ですから、それからおよそ 140 年後、マイクロメータは蒸気機関を発明したジェームス・ワット (James Watt) により 1772 年頃考案されたと伝えられています。

<sup>13</sup>被測定物、スピンドル、シンプル、スリーブが同一線上にあることに注意して下さい。ノギスがアッペの原理に沿わない計測機器であることは先に述べていますが、マイクロメータはアッペの原理を満たす理想的なメカニズムでなのです。