

古生物学資料のための描画装置と計測補助具 —正射影描画器と幅広ジョウ—

樽野博幸¹

Drawing device and auxiliary measuring tool for palaeontological materials —Orthographic drawing device and wide jaw attachments for vernier calipers—

Hiroyuki TARUNO¹

Abstract: Two devices to assist preparing palaeontological manuscripts are contrived and made. (1) The “orthographic drawing device” is a device for drawing orthographic images of fossil materials. It will enable to draw the same outline, ridge line and so on regardless of the distance from the material. Consequently, this device allows us to draw better figures in terms of accuracy. Moreover, it is easy to assemble, disassemble and transport. (2) The “wide jaw attachments” are attached to the outer jaws of vernier calipers. They enable to measure the length between two points that are not exist on the same line running parallel to the base line for measurement, more easily and accurately.

抄録: 化石を記載する際に使用する用具2点を考案し自作した。①「正射影描画器」: 標本の正射影像を描く装置。本装置を使用すれば、資料を描画する方向が同じなら、資料からの距離に関係なく、輪郭や稜線などの形態が同じ図を描くことができ、記載文に添付する図をより正確に描くことができる。また分解・設置・人力での運搬が容易である。②「幅広ジョウ」: 普通ノギスの外側ジョウに取り付けて、その幅を広げるための部品。計測の基準となる直線と平行な直線上にない2点間の長さを、容易かつ正確に計測することができる。

Key words: drawing device; orthographic image; wide jaw attachments; vernier calipers; measuring box

はじめに

化石の外部形態を記載する際、その特徴を明確に示すために、文章による表現だけでなく、写真あるいはスケッチで示すことが通例である。

写真はその名の通り正確に形態を写し取る手段としては優れた手法である。しかし、写真はある1点から見た形態を記録するものであり、同じ方向から撮影しても撮影距離が異なれば、異なった形態が記録されることになる。写真では、立体物の形態を2次元の画像に置き換える際に、正射影になっていないのである。

葉の化石のような平面的なものの場合には、この制約はほとんど問題にならないだろう。しかし、筆者が扱ってきた脊椎動物の骨化石のように、厚さがあり多くの突起や凹部を伴う立体的な形態をもつ標本の場合には、撮影距離が変われば、同じ方向からでも見え方は異なり、形態を正しく記録するという点で無視できない制約となる。写真におけるこのような欠点を軽減するために、できるだけ焦点距離の長いレンズで、標本から離れて撮影するのは、ひとつの方法である。しかし大型化石の場合には撮影距離が長くなり、撮影場所と設備をととのえるのは困難な場合もある。また写真では、ある部分の形態的特徴を他の部分より明確に示したい場合、照明やピントに工夫しなければならないが、そのような部分が複数ある場合には、技術的に難しくなる。

これに対し、スケッチは「正確さ」という点ではどうしても写真に劣るが、その標本の特徴をとらえ、際

※大阪市立自然史博物館業績第486号 (2019年11月10日受理)

¹大阪市立自然史博物館 〒546-0034 大阪市東住吉区長居公園1-23

Osaka Museum of Natural History, Nagai Park 1-23, Higashiumiyoshi-ku, Osaka 546-0034, Japan

Corresponding author: H. Taruno, hiroyukitaruno@gmail.com

立たせて表現できるという点では、写真より有利な面も持っていると言える。スケッチの「不正確さ」は、言うまでもなく形態を正確に写し撮ることが困難であることに起因している。この点を補うために写真を利用して、形態を写すという方法（写真をトレースする）もあるが、それでは、標本からの距離によって見え方が変わるといふ、写真の持つ上記の制約は残されてしまう。

このような標本をスケッチする際の不正確さや、写真を利用することによる歪みを避けるための用具（「正射影描画器」と呼ぶことにする）を考案したのでその製作法と使用方法を紹介する。

また、化石を計測する際、計測の基準となる直線と平行な直線上にない2点間の長さを測ることは、通常のノギスでは難しいことがある。このような場合、“Measuring box”あるいは「幅広で長いジョウ付きのノギス」が有効であるとされている（von den Driesch, 1976のFig. 2）。しかし、「ロングジョウノギス」は国内においてもいくつかのメーカーにより生産・販売されているが、“Measuring box”あるいは「幅広で長いジョウ付きのノギス」といったものを、筆者は日本国内で見たことはなく、また販売もされていないと思われる。そこで、普通ノギスと同様の計測作業ができるよう、付属品を考案した。これを「幅広ジョウ」と呼ぶことにし、その製作法に付いても紹介する。

正射影描画器

1. 製作に当たっての考え方

正射影描画器に必要な機能としては以下のような点が上げられる。

- (1) 形態を効率的に写す。
標本の輪郭等を構成する点を平行移動して、連続的にひとつの平面に落とす。
- (2) 標本に触れず作図可能なこと
次項と関連するが、作図中に標本に非接触で、作業できることが望ましい。
- (3) 標本を固定する
作図中、標本が動かないよう固定する手段が必要。
- (4) 分解・人力による運搬が可能なこと

2. 材料と製作法

正射影描画器は、製図板、下段枠（Lower frame）、中段枠（Middle frame）、上段枠（Upper frame）、レーザーポインター固定部（Laser pointer holder）、鉛筆固定部（Pencil holder）、化石固定具からなっている。以下にそれぞれの材料と製作法について説明する。なお、製図板と化石固定具以外の部品の平面図と正面図を、図1と2に示した。また図版1と2には、全体を組み立てた使用時と分解時、そして各部品ごとの写真を示した。

- (1) 製図板
化石を置き、図を書く紙を固定する板。ベニヤ板と角材で、幅361mm、奥行き600mm、厚さ20mmのパネルを2枚作り、蝶番でつないで二つ折りにできるようにし、作業時には広げて使う（図版1-1, 2-1）。広げると、蝶番を含め全幅726mmになる。分解時（図版1-2e）には二つ折りにした中に、ポインターやボルトナットなどの、小物を格納する。紙を置く側のパネルの表面は、軟らかいと鉛筆では書きにくいので、薄い塩ビ板などを敷くか、表面の堅いデコラ貼りベニヤでパネルを作ると良い。化石を置き下段枠を固定する側のパネルには、下段枠の脚が入る穴を開けておく。
- (2) 下段枠（図1, 図版2-3）
アルミL型アングル（30×30mm、厚さ3mm）で作った枠。幅348mm、奥行き650mm。四隅をボルトナットで固定。脚（Leg）を付けられるように長辺の4箇所にも穴を開けておく。組み立て時間の節約のため、各アングルを固定するボルトの内側に、「当たり」になるアルミ板の小片（Guide plate）を貼り付けておく。さらに、できるだけ正確な長方形になるよう、組み立て時には三角定規あるいは「スコヤ」を用いて、四隅が直角になるよう形を整える。
- (3) 脚（図1, 図版1-2e）
直径19mmのアルミパイプ製で、下段枠の4箇所に取り付ける。標本の大きさに応じて高さを変えられる

よう、1箇所あたり長さ80mmのもの3本と長さ240mmのもの1本を製作する。長さ80mmのもの各1本は下段枠への固定用で、片端にナットをエポキシ系接着剤で固定する。これを1段目に開けた穴へ、ボルトで固定する。その他のパイプには、順次継ぎ足せるよう、片方の端に木の丸棒を接着する。

(4) 中段枠 (図1, 図版2-4)

アルミL型アングル (25×25mm, 厚さ3mm) で作った枠。幅354mm, 奥行き300mm。ボルトナットで図のような形に固定。左右のアングルの内幅は、下段枠の左右のアングルの外側幅と同じ。中段枠は下段枠の上を前後にスライドする。

(5) 上段枠 (図2, 図版2-5)

アルミL型アングル (25×25mm, 厚さ3mm) で作った枠。幅646mm, 奥行き190mm。ボルトナットで図のような形に固定。前後のアングルの内側幅は中段枠の外側幅と同じで、上段枠は中段枠の上を左右にスライドする。

(6) レーザーポインター固定部とレーザーポインター (図1, 図版2-2a)

レーザー光で垂直に化石の任意の部分を示すための部品で、上段枠の中央前後方向のアングルの中央に、レーザーポインターが位置するように、ボルトナットで固定する。アルミL型アングル (15×15mm, 厚さ2mm, 長さ150mm) と同 (50×25mm, 厚さ3mm, 長さ80mm) などを使用。後者は25mmの側を6mmに削ってある。15×15mmのアングルには、下端部と途中2箇所に長軸と直角にアルミアングルの小片 (10mm×10mm×10mm, 厚さ1mm) を接着し、一番上の小片にレーザーポインターを下向きに乗せて固定する。これらの小片には、レーザーポインターを点灯した時に、光が通り抜ける位置に穴を開ける。筆者が使用したレーザーポインターは直径15mmの製品だったので、長軸のアングル内壁の両面からそれぞれ7.5mmの位置になる。できるだけ細いレーザー光が化石に達するよう、穴の直径は、レーザーポインターに乗せている上端のもので1.5mm, 中間のもので1mm, 下端のもので0.5mmとして順次絞った。なお、このレーザーポインターは安価な物であり、レーザー光が正確に器具の中心を延長した方向に出ていないので、取り付ける際には、ポインター固定部との間にプラスチック片などを挟んで、レーザー光の方向を調整し、マスキングテープなどで固定している。つまり製作にあたり、レーザーポインターから出る光の方向の精度をチェックしておく必要がある。15×15mmのアングルと50×25mmのアングルの接着に際しては、前者が垂直に立つよう留意する。

(7) 鉛筆固定部と鉛筆 (図1, 図版2-2b)

図を描く鉛筆とそれを保持するための部品。アルミチャンネル (10×10mm, 厚さ1mm, 長さ300mm) と、アルミL型アングル (30×30mm, 厚さ1.5mm) を長さ30mmに切り片面を幅10mmに削ったもの2個などで十字形の固定部を製作し、ボルトナットで上段枠の右端中央に固定する。標本の高さによっては、上段枠が高くなるので、普通の筆記具では製図板には届かない。そこで、和弓用の矢柄 (外径8mm, 内径7mm, 切断後長さ約500mm) に、シャープペンシルの軸を加工して差し込み、長尺の筆記具とした。矢柄はアルミチャンネルの中にちょうど収まるので、木の薄板とゴム紐で押さえれば、垂直に立てても落ちず、わずかな力で上下させることができる。矢柄はジュラルミン製で、軽量であるが固く曲がらない。

図1と図版2-2bに示したものは、比較的薄い標本用であるが、上段枠との接続部分がより高いものを用意しておけば、厚さのある標本の作図を行う時 (下段枠の脚を伸ばし装置全体が高くなる時) にも、矢柄のプレを最小限に押さえて、精度の低下を軽減できる。

(8) 化石固定具 (図版1-2a, b, c, 2-1)

確実に固定でき、化石を痛めないものであれば何をいっても良いが、いろいろな形態と大きさの化石に対応するために、砂の上に置くこととした。砂を入れる容器としては、GSIクレオス製「Mr. 型取りブロック」と「Mr. 型取りブロックプレート」(以下これらをあわせて「ブロック」と略) を使用した。これらは、シリコンラバーを用いて型取りを行う際に、その流れ止め用を使用するもので、直方体であれば、任意の大きさと形の容器を作ることができ、模型店などで購入できる。砂は飼育用水槽の底に入れる、細礫から極粗粒砂サイズで、角の取れたものを使用した。重くて、安定して置くことのできる標本であれば、特別な固定手段は不要であろう。

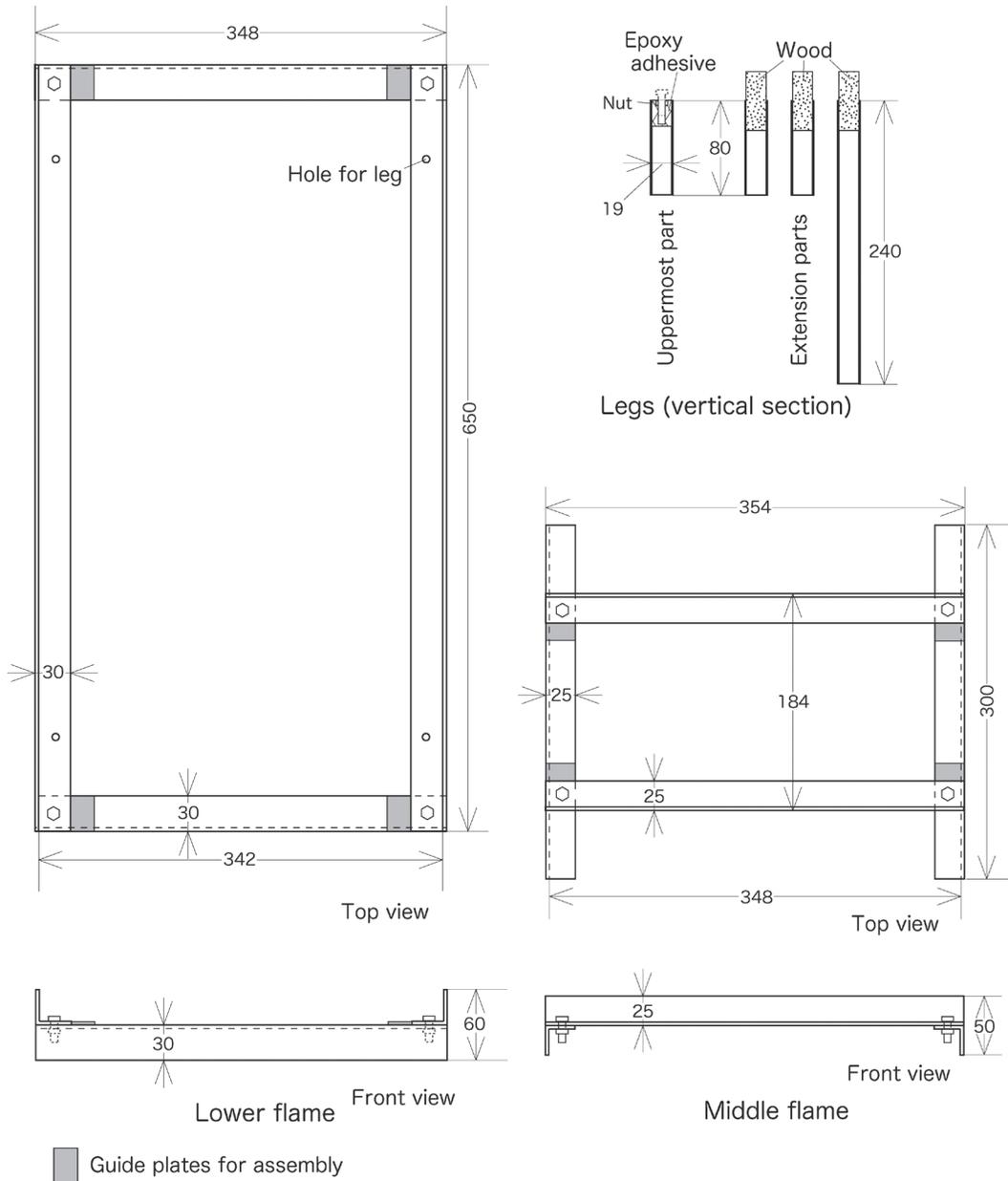


図1. 正射影描画装置.

Fig. 1. Orthographic drawing device.

3. 使用法

- (1) 標本の大きさに合わせて「ブロック」を組み、砂を入れて化石を置き、固定する（図版2-1）。化石の上面、少なくとも3箇所に「目印」となる印を付ける。マスキングテープを小さく切り、そこに点を打って化石に貼り付けるのがよい。
- (2) 下段枠を組み、化石の高さに合わせて脚の長さを決め取り付ける。製図板の穴に脚を差し込み、下段枠を製図板に固定する。
- (3) 中段枠を組み、下段枠に重ねて前後にスムーズに動くかどうか、また、動かした時に遊びがないかどうかを確認する。上段枠も同様に組み立て、中段枠に重ね、左右にスムーズに動くかどうか確認する。

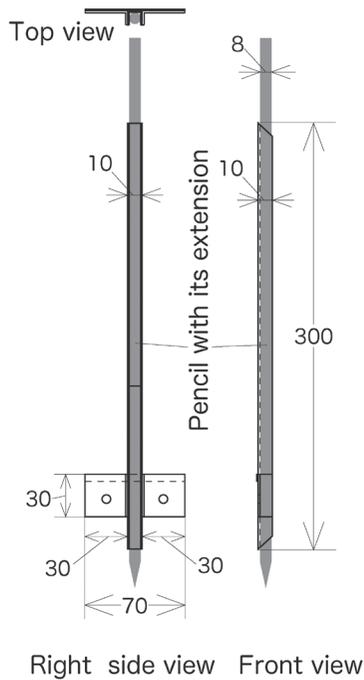
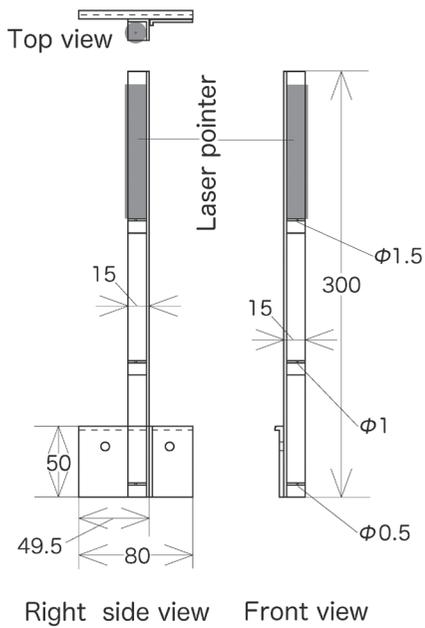
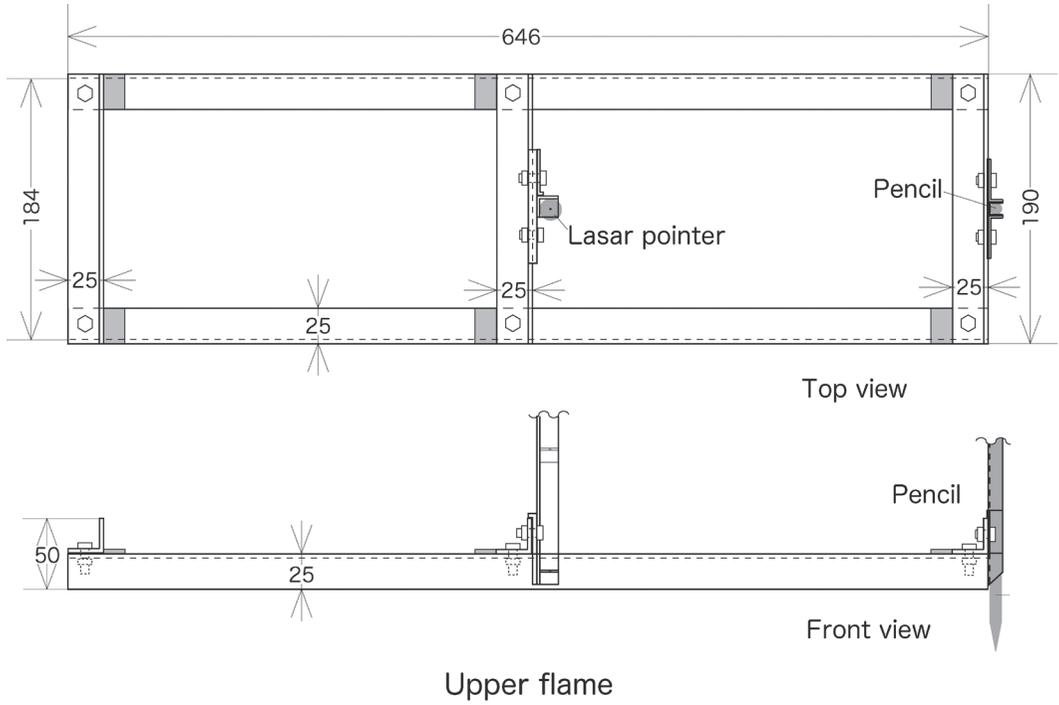


図1. (続き).
Fig. 1. (Continued).

- (4) レーザーポインター固定部を上段枠に固定し、マスキングテープでレーザーポインターを固定する。上記のように、レーザー光が固定部の3箇所を開けた穴を通過するよう、プラスチックの薄板を挟んで、レーザーポインターの方向を調整する。鉛筆を挟んだ鉛筆固定部を上段枠に固定する。
- (5) 中・上段枠を動かして、描画すべき概略の範囲を確認し、図を描く紙を製図板にテープで貼り付ける（図版1-1）。
- (6) 最初に、化石上の「目印」の点にレーザー光を当て、そこで鉛筆を下へ押し、位置を記録する。こうしておけば、作業中に化石が動いても、水平方向への移動のみであれば、元の位置に戻すことが可能となる。
- (7) ポインター固定部と鉛筆固定部を持って上段枠と中段枠を前後左右へスライドさせ、化石の輪郭や稜線など、形態を描こうとする部分の任意の点にレーザー光を当て、その位置で鉛筆を下へ押し、紙に点を記録する。この作業を繰り返し、点をつないで描画する。
- (8) 上記の図を元に、線画あるいは点描画などを仕上げる。なお、樽野ほか（2017）の図4-6と図37-39の中のヤベオオツノジカの図、樽野ほか（2018）の図4と図2, 3, 6の一部は、この器具を使用して描かれたものである。なお、樽野ほか（2018）の図2, 3, 6の残りの図は、後述するニシオグラフを用いて描いている。
- (9) 描画可能な標本の大きさ

製図板の上に化石を置き固定する通常の使用法での描画可能な標本の大きさは、下段枠の内側に入る大きさになる。また高さは全ての脚を繋いだ高さ48cmよりやや低いものまで可能である。しかし、これより大きくても最大幅が下段枠の内側の幅288mm以下で細長いものであれば、標本の固定方法を変えることで描画可能である。この場合には、できるだけ平らな作業台上に描画装置を置き、標本は製図板と下段枠の間に作業台から浮かせて固定できる台にのせればよい。固定する高さは、標本の下で描画装置の製図板を自由に動かせる高さとする。この状態で、ひとつの区画の図を描く時に、本項の(1)で述べた「目印」の点を2点以上入れておき、隣接する区画においても、これらの点を記録しておけば、後で図を繋ぐことが可能になる。

4. 類似の装置との比較

資料の正射影を描くという点で、本項で述べた正射影描画器とほぼ同様の機能を持つ装置としては「ニシオグラフ」と「ビジョンドラフティングシステム」（第一合成株式会社）があり、主として考古遺物の実測に使われている。これらの装置では、記録したい箇所をCCDカメラの像が映し出されたモニター上の点に重なるように、筆記用具を動かすと、必要な形が記録されるようになっている。正射影描画器のレーザーポインター部を、CCDカメラとモニターに置き換えたものと言えるだろう。使用に当たっての大きな違いは、正射影描画器では描く部分をレーザー光で照射し、直視しての作業であるのに対し、上記の2装置では実物ではなくモニター上の像を見ながらの作業である点であろう。筆者は「ニシオグラフ」を使用して見たが、モニターを見ながら、標本の形をなぞるのは、やや使いにくい。しかし、慣れれば作業効率は良いかもしれない。また正射影描画器では、今どの部分を描いているかがわかりやすく、描いている部分とその周辺との関係を把握しつつ作業できるのに対し、「ニシオグラフ」では、それらがわかりにくい点は、不便を感じる。モニター上に表示する点の位置に、レーザーポインターの光を当てるようにすれば、この点は改善されるだろう。また「ニシオグラフ」では、標本の輪郭をなぞりつつモニター上の点を元の位置に戻しても、筆記具は同じ位置に戻らないことがしばしば起こった。これは、CCDカメラと筆記用具が「パンタグラフ」を介して連動し、「パンタグラフ」、筆記用具固定部分など、装置の一部の剛性が不足している為と思われる。正射影描画器では、このような不具合は起こらない。「ビジョンドラフティングシステム」では、CCDカメラと筆記具は、ドラフターなどの製図台と同じリニアトラックシステムで連動するので、剛性不足の問題はないと思われる。

本装置は、アルミ材料を加工する工具と若干の技術があれば、安価で自作が可能であり、分解すればコンパクトで人力での運搬も容易である。これに対し「ニシオグラフ」ならびに「ビジョンドラフティングシステム」は、高価であり、装置の可搬性という点では比較にならない。

なお本稿で提案した正射影描画器は、ゾウの足跡化石調査法編集委員会（1994）の図31で示した、等高線描

画装置（T型）と基本的に同じ考え方に基づいて設計されている。正射影描画器では、高さ（深さ）を記録する必要は無いため、等高線描画装置（T型）の測深針をレーザー光に置き換えている。

幅広ジョウ

1. 製作に当たっての考え方

- (1) 普通ノギスの外側ジョウの本尺側と副尺側に、それらの幅を広げるための付属品を取り付ければ、“Measuring box”と同様の働きができるはずである。
- (2) 取り付け取り外しは、できるだけ簡単に行えるようにする。

2. 材料と製作法（図2，図版3-1, 3-2）

化石に接触する面になるアルミ板（64×130mm，厚さ1.5mm）。

ノギスの外側ジョウと同じ厚さのアルミ平棒（ $w=15\text{mm}$ ，厚さ4mm）。

アルミL型アングル（30×30mm，厚さ1.5mm）。

タッピングネジ（4本）。

- (1) L形アングル2本とアルミ板をT形に組み合わせ、アングル2本の間にアルミ平棒を挟んで接着する。アルミ平棒の接着位置は、アルミ板との間にノギスの外側ジョウが入るように調整する。接着にはエポキシ系接着剤を使用し、万力あるいはC型クランプで確実に固定する。本尺側と副尺側では作成するものの形がやや異なることに注意。

化石に接触する面の広さは任意であるが、あまり広くすると計測精度は落ちる。筆者が使用しているノギスは300mmまで計測可能なものであり、化石との接触面の広さは、この長さとのバランスを考えて決定した。

- (2) アルミ平棒の二箇所、タッピングネジをねじ込むための下穴を開ける。
- (3) 下穴にタッピングネジをねじ込む。本来ならタップでねじ切りをすべきであるが、材質がアルミであることから、簡易な方法をとった。(2)と(3)の工作の際にも、接着部分が剥がれないよう、万力で固定するのがよい。

3. 使用法

- (1) 幅広ジョウの本尺用・副尺用ともに、ネジを緩めた状態で、それぞれに奥まではめ込む。ジョウをしっかりとじた状態で、ネジを締める。この時、ノギスの目盛りは3mmになっているはずである（図版3-3）。
- (2) 化石を水平な机上に、計測基準となる軸が水平になるように置く。ワイドジョウ・アタッチメントを取り付けたノギスを机上に水平に置き、計測基準の軸に垂直に測る。なお上記のように、厚さ1.5mmのアルミ板2枚が挟まっているので、ノギスで読み取った数値から3mmマイナスした数値が実際の計測値であることに注意が必要である（図版3-4）。

4. 人体計測器への応用

人体計測器の身長計でも同様のものが製作可能である。身長計では、ノギスのジョウに当たる部分（直線横規）が抜き差し可能なので、これと同じ断面のステンレス平板とアルミL型アングルを加工・接着して、ノギスのワイドジョウ・アタッチメントと同様に標本と接触する面の広いものを製作し、差し替えて使用する。ただし、ノギスのように外側ジョウに付加するのではなく直線横規に差し替えて使用するため、化石に接触する面のアルミ板は不要なので、製作はより簡単であり、計測値の読み替えの必要もない。

身長計では最長2mまで計測可能であり、長鼻類の肢骨なども扱うことができる。しかしこのような大型標本では、計測基準の軸と直角方向のサイズも大きくなる。そのような場合に備え、標本に接触する面積の広いものを製作することも必要であろう。

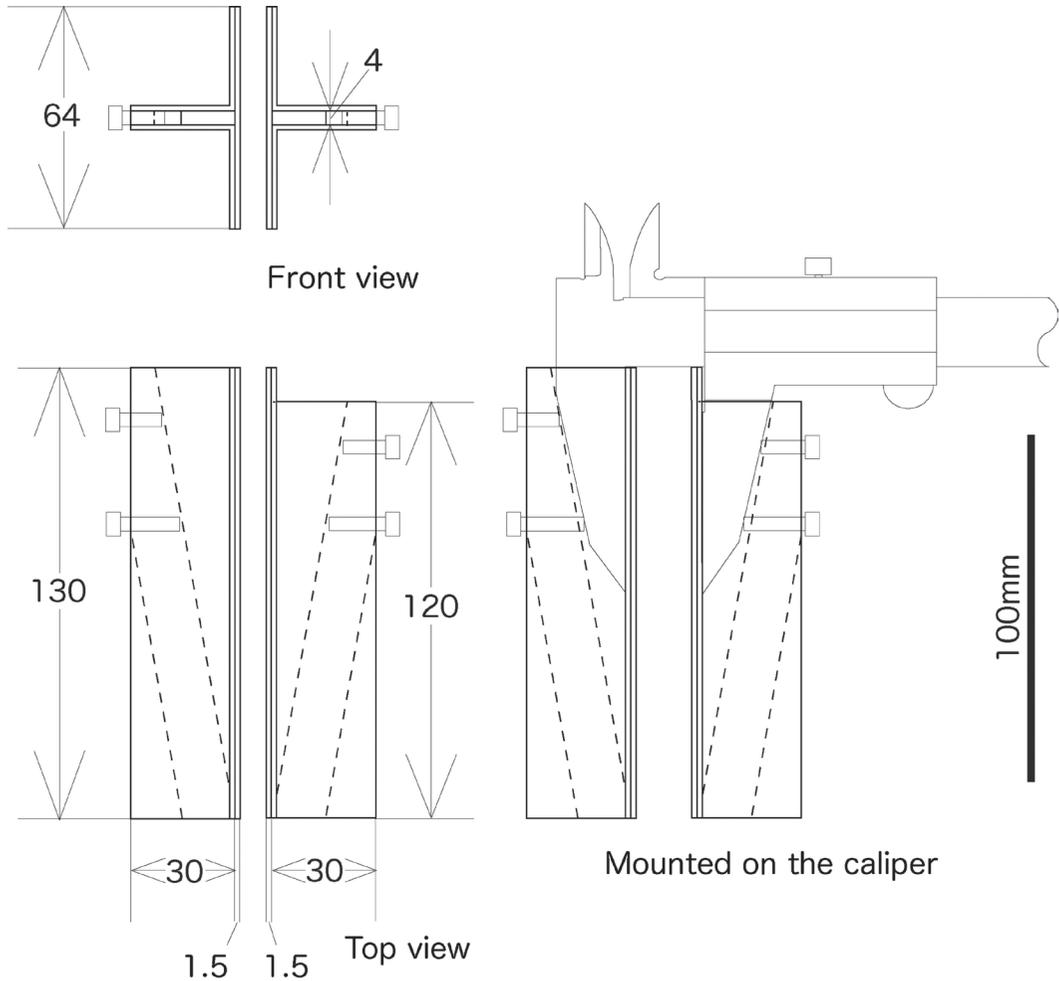


図2. ノギス用幅広ジョウ。

Fig. 2. Wide jaw attachments for vernier calipers.

謝辞

匿名の査読者には、本稿の内容について有益なご意見をいただいた。大阪市立自然史博物館の田中嘉寛博士には、abstractの修正についてご意見をいただいた。お二人に心から感謝します。

引用文献

- Driesch, A., von den 1976. A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites. Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University, Massachusetts, 137pp.
- 樽野博幸・石田克・奥村潔 2018. 岐阜県熊石洞産の後期更新世のヒグマ、トラ、ナウマンゾウ、カズサジカ、カモシカ属の化石. 大阪市立自然史博物館研究報告 (72) : 81-151.
- 樽野博幸・河村善也・石田克・奥村潔 2017. 岐阜県熊石洞産の後期更新世のヤバオオツノジカとヘラジカの化石 (その2) 体骨. 大阪市立自然史博物館研究報告 (71) : 17-142.
- ゾウの足跡化石調査法編集委員会 1994. ゾウの足跡化石調査法. 地学団体研究会, 東京, 129pp. 地学ハンドブックシリーズ9.

図版 1

1. 正射影描画装置. 使用時の全景.
2. 正射影描画装置. 分解した状態.
 - a. 標本固定用の砂.
 - b, c. 固定用の砂を入れる容器をつくるブロック.
 - d. アルミL形アングル製の下段枠, 中段枠, 上段枠.
 - e. 折りたたんだ状態の製図板と脚などの部品.

Plate 1

1. Orthographic drawing device: assembled and used.
2. Ditto: disassembled.
 - a. Sand for locking a specimen.
 - b and c. Plastic blocks for making the sand box.
 - d. Upper, middle and lower frames made from aluminum extruded L-type angle.
 - e. Legs and other parts on the drawing board folded.

図版 2

1. 正射影描画装置の部品. 製図板と描画用紙. 砂箱とそこに置いた標本.
2. 同上.
 - a. レーザーポインターとその固定具.
 - b. 鉛筆とその固定具.
3. 同上. 下段枠.
4. 同上. 中段枠.
5. 同上. レーザーポインターと鉛筆を取り付けた上段枠.

Plate 2

1. Parts of the orthographic drawing device. Drawing board and drawing paper. A specimen in the sand box.
2. Ditto.
 - a. Laser pointer and its holder.
 - b. Pencil, its extension and holder.
3. Ditto: lower frame.
4. Ditto: middle frame.
5. Ditto: upper frame with the laser pointer and pencil.

図版 3

1. ノギス用幅広ジョウ. 正面から.
2. 同上. ほぼ側面から.
3. 同上. ノギスに装着した状態.
4. 同上. 使用例.

Plate 3

1. Wide jaw attachments for vernier calipers. Front view.
2. Ditto: Nearly lateral view.
3. Ditto: When attached to vernier calipers.
4. Ditto: When used.

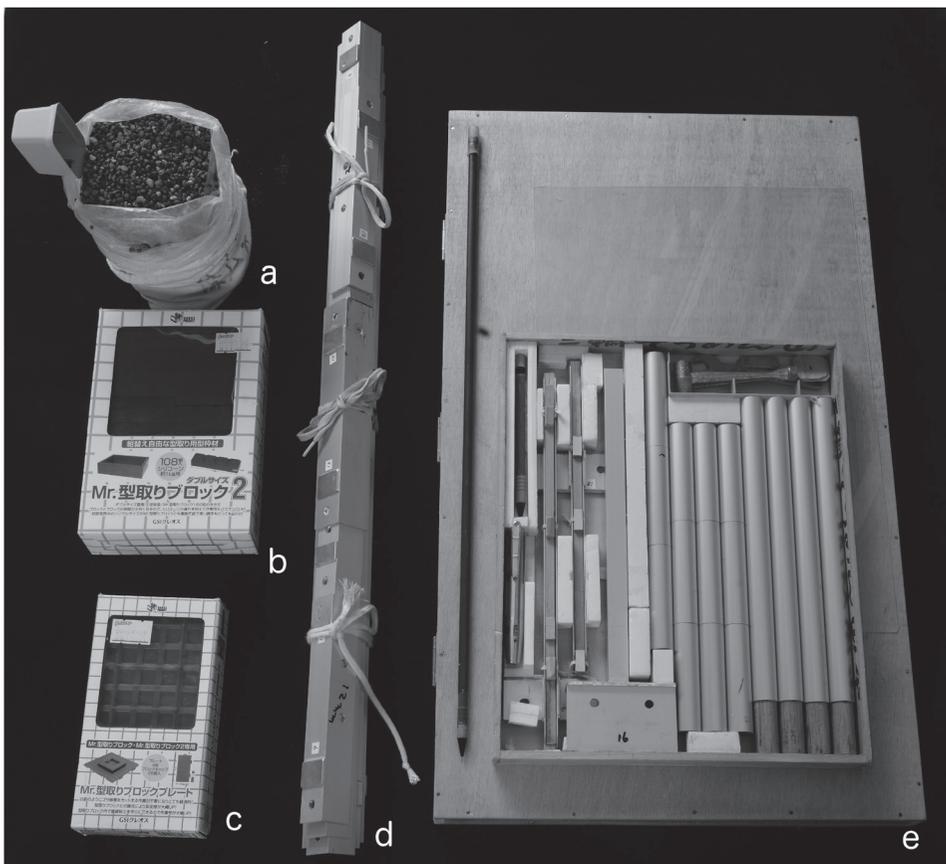
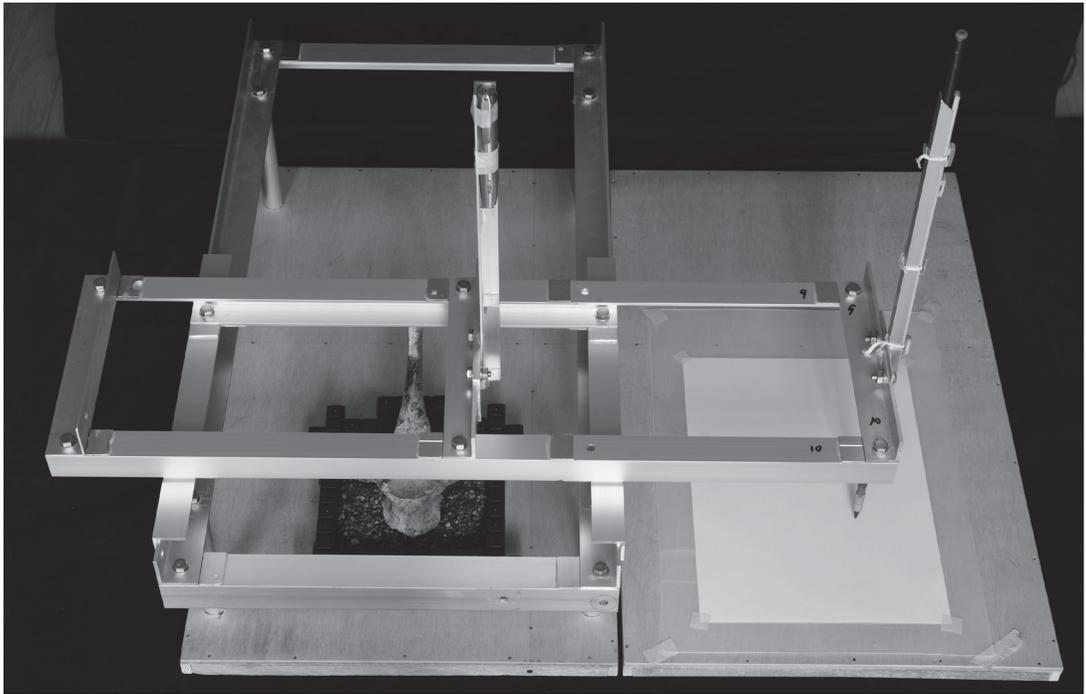
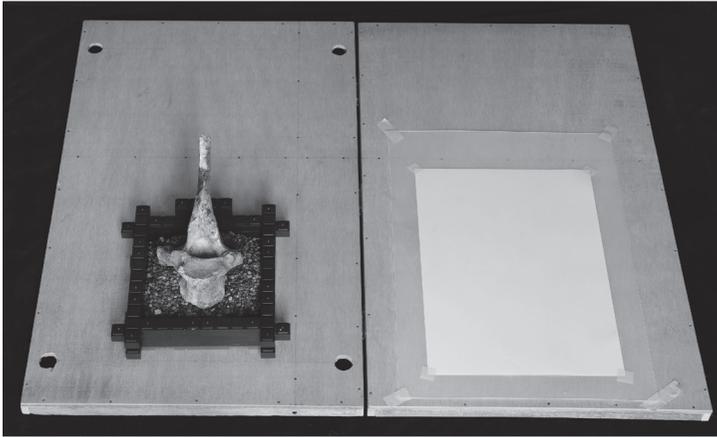
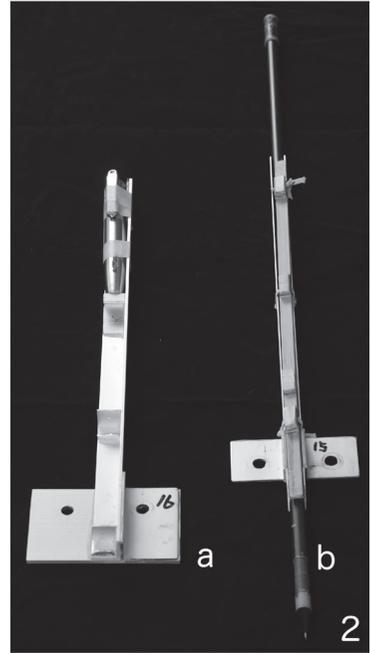


Plate 2



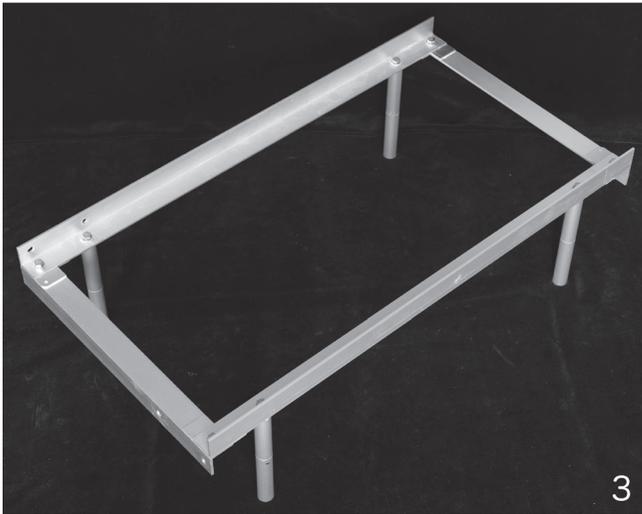
1



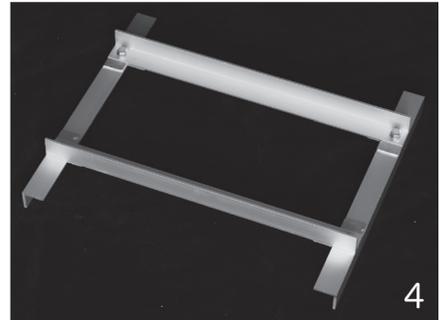
a

b

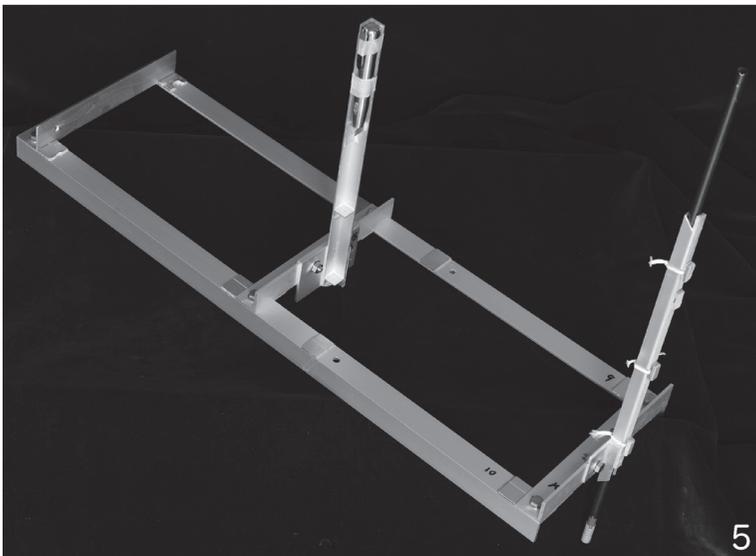
2



3

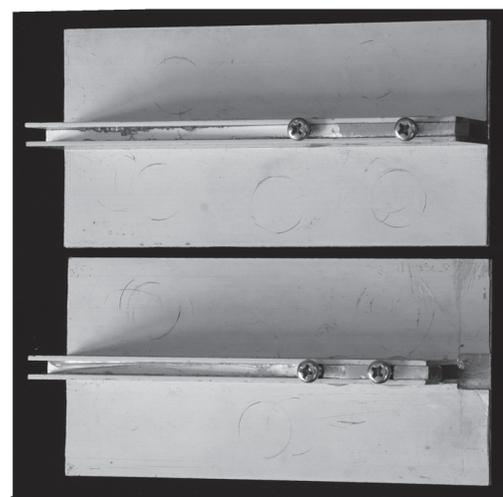


4

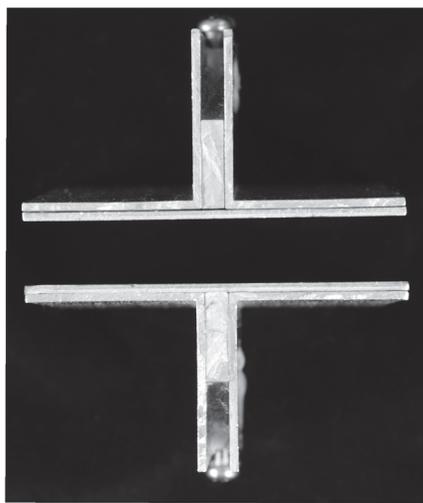


5

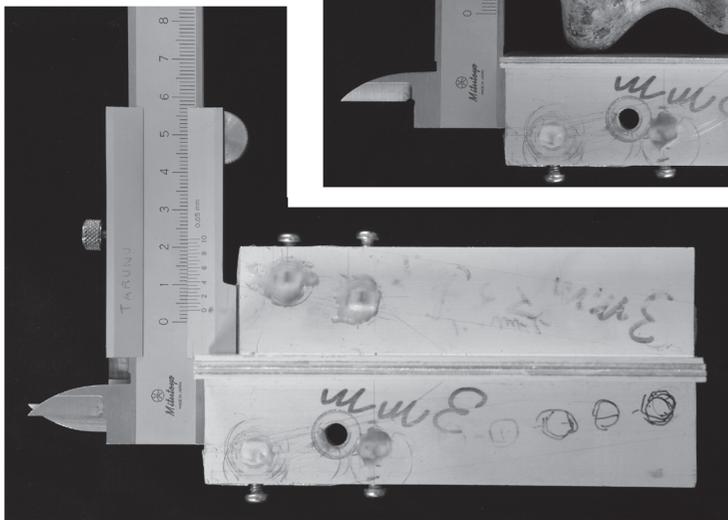
Plate 3



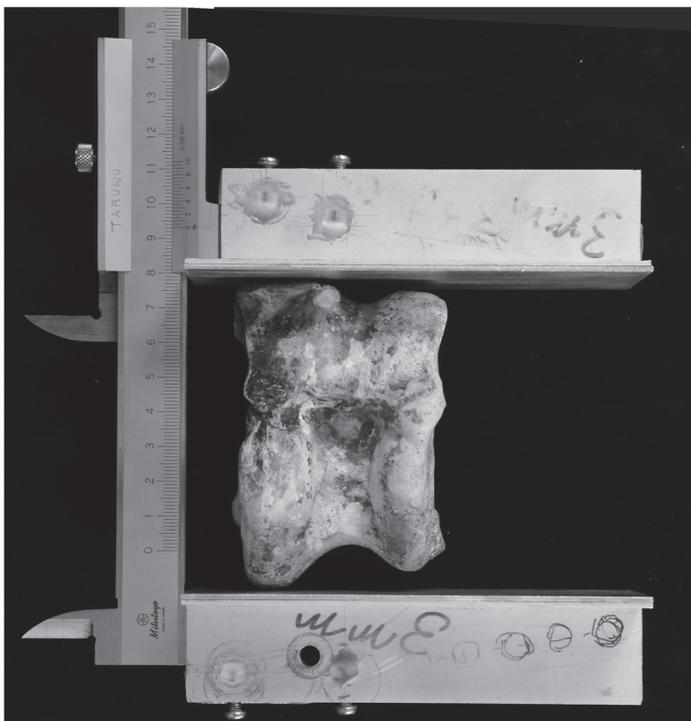
1



2



3



4

