デューラー研究　第25

デューラーの『測定法教則』(1)

Dürer's "Unterweisung der Messung" (1)

美術学科
下村耕史
a translation by Koji SHIMOMURA

序

本稿はデューラーの主要三大著作の一つである『測定法教則』(1525年刊，ニュルンベルク) の試訳である。この書は，彼の主著『人体均衡論四書』(1528年刊，ニュルンベルク，拙訳『アルブレヒト・デューラー「人体均衡論四書」注解』，1995年) の公刊に先だって，その理解を容易にするために，造形の基礎となる数学と幾何学に関する基本的理論を教示する目的で書かれたものである。美術理論や数学史・幾何学史に関する第一級の資料としてだけでなく，建築史関係の資料としても，本書は極めて重要な文献といえる。

底本として Albrecht Dürer, *Unterweisung der Messung mit dem Zirkel und Richtscheit*, Nürnberg 1525. Faksimiledruck nach der Urausgabe von 1525. Dietikon-Zürich 1966 を使用した。傍ら *Albrecht Dürer's Unterweisung der Messung. Um Einiges gekürzt und neuerem Sprachgebrauch angepaβt herausgegeben sowie mit einem Nachwort versehen von Alfred Peltzer, auf Veranlassung und mit einem Vorwort von Hans Thoma*, Wiesbaden 1970 を参照した。この書は表題にあるように，かなりの部分が省略されている。

なお本文に挿入されたAij等の文字は底本の頁付けである。

以下は『測定法教則』の試訳である。

*　　*　　*　　*

線，平面，立体におけるコンパスと定規による測定法教則

理論を愛する全ての人の利用のために
アルブレヒト・デューラーの著した説明図付きの書
1525年印刷

何人であれ不利益を免れることができるため，皇帝陛下の御身に備えられた自由の恩恵による〔出版の許可〕

私の特に敬愛する友人，ヴィルボルト・ピルクハイマー様，私，アルブレヒト・デューラーは貴下の健康と至福を望む者であります。親愛なる恩師にして友よ！これまで我がドイツの国では，多くの有能な若者が，何ら基礎を弁えずにただ日常的な慣習からだけ学んだ絵画の技術を実践するように仕向けられてきました。だから彼らは，たとえその中の幾人かが絶えざる習練によって，自由な腕前を身に著けるに至ったとしても，刈り込みのなされていない野生の樹木のように，無知のなかで成長したのです。それで彼らは，作品を巧みにではあるが，無思慮にしかもただ自己の好みのままに作ったにすぎなかったのです。思慮ある画家たちや真の美術家たちがこのような無思慮な作品をみてこの人々の盲目ぶりを嘲笑したのも無理からぬことでした。なぜなら，真の知性にとって，それがどんなに丹誠こめて描かれた絵画にせよ，

その中に誤りをみることほど不愉快なことはないからであります。だがこのような画家が彼らの誤りに満足を見い出したのには，それなくしては誰も真の工匠になりえず，また工匠たり得ない，測定の理論を学ばなかったということが原因になっているのです。しかしその責任は，このような理論を自ら修得しなかった彼らの師匠にこそあったのです。だがこの理論こそあらゆる絵画の真の基礎であるので，理論を熱望する全ての若者のためにその手ほどきをなして，彼らがコンパスと定規によって測定をなして，そこから正しい真理を認識して，それをはっきりとみることができるためにも，また彼らがただ理論にのみ熱心であるだけでなく，真のより偉大な知性に至ることができるためにも，その機因を与えんものと私は心を決めたのです。我々や我々の時代では，絵画の理論はある人々から非常に蔑視されて，偶像崇拝に使われているものとして排斥されている現状にも拘わらず，そうしたいのです。なぜなら，キリスト教徒が絵画や彫像によって必ずしも迷信に陥るとはかぎらないことは，武装しているだけで敬虔な人が殺害の罪を犯さないのと同じなのですから。絵画，木材あるいは石を礼拝しようとする愚かな人間も確かにいるに違いありません。それでも，絵画が宗教上の躓きとならずに人を高めるものであれば，それは尊重されるべきであり，学に相応しいものであり，よく為されているといえるのです。この理論がギリシア人とローマ人の間で如何に高く尊重され評価されていたかは，昔の書物が十分に示しています。その後それは全く失われて千年来埋もれたままでしたが，漸く最近二百年のうちにイタリア人によって日の目をみるに至ったのです。なぜなら，理論は容易に失われ易いが，それを再び創案するには長い時間をかけて苦労してなされなければならないからです。それで私は，私の企画と指導を識者が誰も非難しないことを望んでいます。なぜなら，それはよき意見から生じたもので，理論を熱望する全ての者に裨益し，単に画家だけでなく，金細工師，彫刻家，石工，指物師および尺度を使用する全ての者に役立つことができるからです。何人も，私のこの教示を用いるように強制されるわけではありません。ただ，それを使用する人がそこから基本的な手がかりを得るだけでなく，日々の実践を通じてより大きな知性に到達して〔それを〕一層究めて，私がここで示すよりもはるかに多くのことを創案することを，確信しています。親愛なる恩師にして友よ，貴下が全ての学芸の愛好者であることを私は存じていますので，この拙著を私は特別の好意と親愛なる意図から，貴下に献呈いたしました。それは，私がこの本で何か偉大なことや優れたことを貴下に示したいと思うからでなくて，貴下がそこから私の心からの善意を汲みとられて，たとえ私が自己の作品をもって特に貴下の役に立つことはできないにしても，私の気持ちとしましては貴下が私に懐いておられる親切と愛情に対して等しく酬いる用意がつねに私にありますことを，貴下が考慮されんがためであります。

頭脳明晰なることこの上ないエウクレイデスが，幾何学の基礎を定めた。

その基礎をすでに良く理解している者には，以下に記述される事柄を学ぶ必要はない。本書は若者と，幾何学の基礎についての正しい教師を有たぬ人々のために，書かれたのである。

新しく考案されたものでもすでに作られたものでも，測定について若者に教える際に，最初に必要であることは，測定の基礎となる事柄および測定の方法である。三つのことが測られなければならない。最初に幅も厚さもない長さ，次に幅のある長さ，第三に幅と厚さのある長さである。これら全ての事柄の始まりと終わりは点である。点とは大きさ，長さ，幅，厚さのないものである。それだけでなく点は，人が作ることができ，我々が思念において考えることができる，あらゆる物体の始まりであり終わりなのである。そのことを測定の理論に精通している者は良く知っている。それ故に点はどのような空間も占めない。点が不可分であるからである。しかも点は，我々の感覚と

思考では，あらゆる端あるいは場所に置かれる。というのも身体的には無理であるが，感覚的には点を空中に投げることも，深みに落とすこともできるからである。実際の仕事で若者にそのことが理解できるように，私はペンの斑点で点を彼らに図示する。その際点が表示されていることが分かるように，点という文字を添えよう。即ち，点．と。この点がその最初の始まりからもう一方の終わりまで引かれたとき，それは線と呼ばれる。この線は厚さと幅のない長さであり，人の好きなだけ引くことができる。この線を私はここでペンによる直線で描いて，その上に線という名称を記す。即ち，＿＿線＿＿〔図1〕。これは不可視の線が真っ直ぐな罫線によって，心のなかで理解されるためである。頭のなかで理解されていることは，このような方法で眼に見える形で示されなければならない。それでこの小著に記すあらゆる事柄に，図を添えることにしよう。私の呈示することを，若者の想像裡にありありと浮かび上がらせて，それだけ良く理解させるためである。線が多様な仕方で引かれることに注目しなければならない。多くのものを作ることになる三種の線は特に留意すべきである。それは，第一に直線，第二に円形の線，次に手で〔フリーハンドで〕おおまかにあるいは点から点へと〔慎重に〕引かれる曲線の三種である。〔やり方次第で〕色々な変化を生じさせる幾つかの技術が，そのような曲線の引き方を示す。この曲線を波形線 eyn Schlangen Lini と呼ぶのが最も良いと思う。人の思う方向にあちらこちらへと引かれるからである。明確な理解を得るために図を下に付し，各図に名称を添えた。

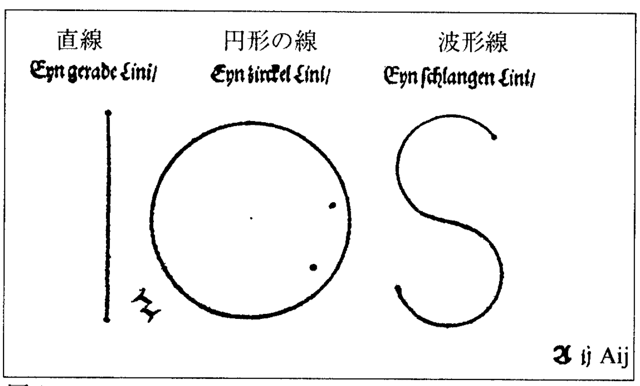

図2

上述のこの三つの線が短くも長くも引かれることに注意されねばならない。そしてもし時間が許せば，直線は永遠に引かれるし，あるいは少なくともそのようなものとして考えられる。直線は垂直，水平，斜めの三通りで用いられる。円形の線は全体としても部分としても用いられる。それはその起点より長くは引かれない。引き続ければ元の円周に戻るだけである。この円形の線は大きくも小さくも引かれる。円形の線を上方や下方に向かわせると，そこから波形線が出来る。波形線を限りなく変えてゆけば，そこから不思議なものが出来る。長さ，幅，高さ，奥行きのいずれを変えてもそうである。周知のように一つの線からだけでもかなり珍しいものができあがるように，——それについて何も思いつかなければ，それについて〔そもそも〕何も知らない〔と言える〕し，それについてここで学ぶことも少ない——，二線，三線あるいは多くの線から生じることについては十分に考えることができる。それでとりわけ異なる三種の線を用いれば，あらゆる偶然の形体に対処することができる。他の種類の線と併用しなければ描けないような線が多くある。ラテン語で Paralell lini 平行線と呼ばれるもの——我々のドイツ語で parr Lini と呼ぶことにする——がどういうものであるのかを知る必要がある。直線，波形線，円形の線のいずれで描かれるにしても，それはつねに相互に同間隔で進む線である。二線が同様に相並んで進まなければ，それらは最終的に合して鋭角をなすことを人は知るべきである。それで隣り合う二つの鉛直線——並んで下げられた二つの測鉛——が二本の垂直な平行線を示すことはまずない。両線は地中の中心点で出会い鋭角をなすからである。それ故同様に相並んで進まない線は全て，前述のように最終的に合するか益々離れていくかのいずれかである。それでも鉛直線が平行線の代わりに用いられるのは，それらが地中の中心までいきついて〔合するにはあまりにも〕長距離を要するので，〔鉛直線の間隔の逓減状態が〕我々の眼には目立たないという理由からである。平行線と鉛直線のこれらの種類は下に図示される。即ち直線，

波形線，円弧線〔による平行線〕および鉛直線である。

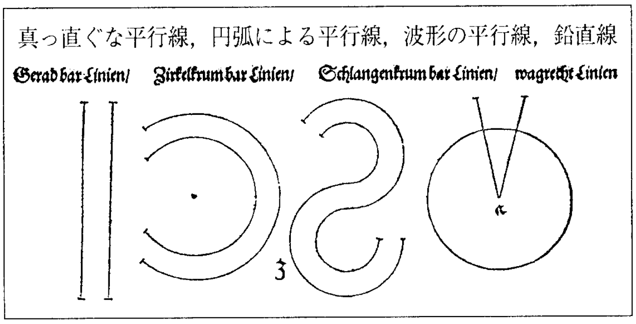

図3

線がどういうものであるか，またそれらの相違について少し理解されたので，次に直線であれ曲線であれ，〔間に〕幅のある，対となって同じ長さで引かれる線について話そう。それはラテン語でPlanum（平面）と呼ばれるが，私はドイツ語でEbeneと呼ぶ以外の言い方を知らない。後述するように，それには種々の相違がある。あらゆる側で終わりのない平面も考えられるが，ここではそれについては取り扱わず,始まりと終わりがあり，線で引かれ，ある形体をなすものだけを扱うことにする。それには種々のものがあり，ここではその一部分だけ示す。最初の平面は〔その対面する辺が相互に〕高くも低くも曲がってもいず，全く同じものである〔方形〕。次に半球〔の裁断面〕のような，円い平面がある。第三に丸い湯沸かしのような，中空の平面がある。第四にある端は高く，他の端は低い，でこぼこの平面がある。また幅広い腕輪のような，内外に曲がり，種々の仕方で内外が入れ変わる平面がある。これら全ての平面が作品で使用されるべきであり，また使用できる。それがそういかないとき，人は空しく頭を悩ませる。最初に直角の平面を四辺で囲む。それを次のようにする。水平線ａｂを引き，その長さ分だけ下に線を引けば，それから〔正〕方形ができる。円い平面については次のようにする。直線ａｂを引き，端ａを固定して，端ｂを起点からそれに戻るまで回転させる。そうすれば端ｂは円形をつくり，ａの位置は中心になる。この点ａから円の全ての端まで同じ距離である。以上のことを下に全て図示する。

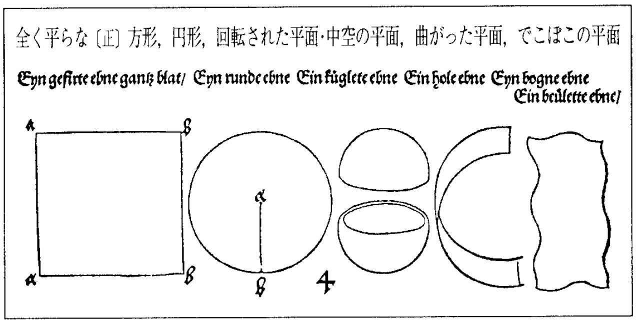

図4

長さと幅〔のあるもの〕，つまり平面について少し述べたので，次に長さと幅と厚さのあるもの，つまり立体とは何かについて記そう。立体についてその幾つかを示し，その作図の仕方を教えよう。最初に前に作られた正方形ａｂｂａをとりあげて，その幅と同じ高さ分だけ上に直線を引けば，それから同じ辺，同じ平面，同じ角度の，立方体が生じる。次に前に作られた円形をとりあげ，中心点ａから円の端まで直線を引いて，〔その直線と円周との交点を〕ｃとする。ｃａｂは直線である。そして円形の一方の外側の辺にｄ，他方の辺にｅを定める。ｃａｂは軸であり，それを中心にこの平面はｄからｅまで裏返し〔転回〕されなければならない。この円い図形は，外側からみて中心点ａからどの点でも同じ間隔にある完全に円い球を表す。裏返し〔転回〕されても，軸は点ｃｂ上につねになければならない。こうして完全な立体が二つできた。だが球ほど－〔中心点から〕どこでも同じ間隔にある－完全な立体はない。

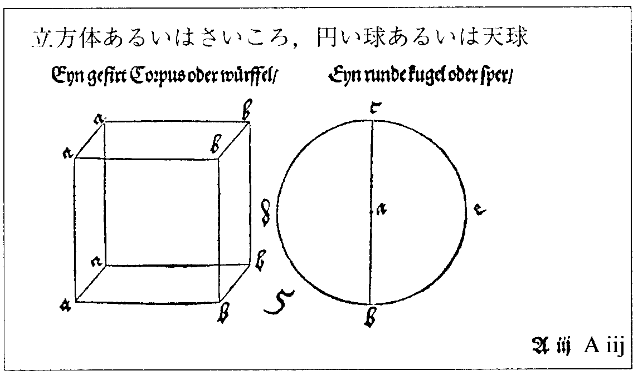

図5

線，幅つまり平面，立体（corpus）つまり有体形（leib）とは何かがいま示されたので，このような

ものが，その大小に拘わらず，理論的に測定されることも，人は知らなければならない。遠さと近さは尺度によって得られるからである。さて私は先ず幾つかの作品において使用される数本の測られた線を引こう。意図的に一線からのみ種々の形態の線が引かれ，それらが図示される。私は先ず平面上にコンパスで渦巻き線（ein schnecken lini）を引こう。それは平面〔状に〕になるが，線〔状〕にも立体〔状〕にも，渦巻き線は使用されなければならない。この渦巻き線を私は次のように描く。上がａ下がｂの垂線を引く。この線をｃｄｅの三点で四等分する。ｄｅ間を点ｆで二等分する。線の左側に点ｇ，右側に 点ｈを定める。コンパスをとり，一方の脚を点ｄに他方の脚を点ａにおき，ｈの側の方に下の点ｂまで円弧を引く。次にコンパスをとり，一方の脚を点ｆに他方の脚を点ｃにおき，ｇの側の方に下の点ｂまで円弧を引く。またもコンパスをとり，一方の脚を点ｄに他方の脚を点ｃにおき，ｈの側の方に点ｅまで円弧を引く。更にコンパスをとり，一方の脚を点ｆに他方の脚を点ｄにおき，そこからｇの側に点ｅまで円弧を引く。次にコンパスをとり，線ａｂ上で一方の脚を点ｄｆ間の中央に他方の脚を点ｄ におき，そこからｈの側に点ｆまで円弧を引く。線を引くことは以上で終わった。それは多くの事柄に使用され，就中柱頭の渦巻きに使用される。一層よく理解してもらうために，二点ａｃと下の渦巻き線から引かれた二本の水平線を，下に図示した。

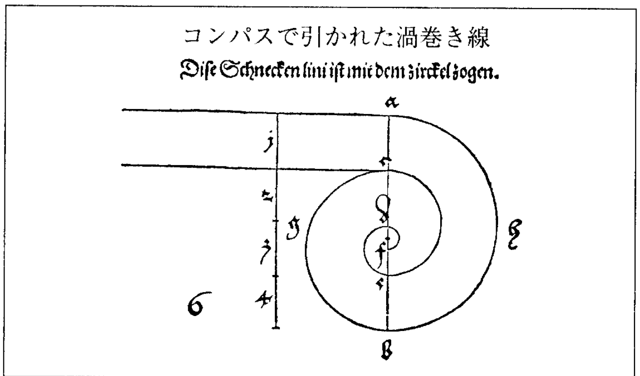

図6

さて次に上記と異なる渦巻き線を別の仕方で描くことにする。それは多くの事柄に使用され，非常に役立つ。また多くのことがそれから学ばれ，上記の線の代わりに使用される。始まりは〔円の〕中心である。その直径は任意である。〔渦巻き〕線の二線の間隔はつねに同じである。ただし最初の二線はそうでない。この渦巻き線を次のように描く。点ａを定め，渦巻き線の領域をどのような大きさにするかに応じてａを中心として円を描く。この円周を12の点で12等分する。中心ａから上の円周まで直線を引く。交点をｂとする。その点を12とし，円周の区切り点をそこから左回りに1/2/3/…/12とする。直線ａｂを23点で24等分して，〔それらの点を〕ａから1/2/3…と数える。次に真っ直ぐな定規をとり，それに上記の線ａｂ上の点を刻んで数字を記す。定規のａという位置が中心ａに重なり，定規のｂの位置が円周上の１にくるように，定規をおく。定規上の点１が指す位置を点１とする。円周上の全ての点について同様にし，中心ａにつねに定規を合わせる。こうして定規上の点が，その定められた数字によって渦巻き線の全ての点を示すことになる。それで数字に注意すれば，間違えることはない。ただ線が上下二重に走り，また円周上の12〔11の間違いではないか〕が〔円周にそって〕回る定規の23と対応するので，定規の〔示す〕数字が次のように規則的に進行することに留意することである。つまり１と13は〔定規上で〕対応し，同様に以下の順で２と14，３と15，４と16，５と17，６と18，７と19，８と20，９と21，10と22，11と23が対応する。この線は幾重にも上下に引かれる。必要であれば，定規上の点の数字を増やし，円周上の点をそのままにしてもよい。この渦巻き線はここで以下のように全ての数字とともに図示される。この渦巻き線を正しく見て使用しようとすれば，渦巻き線がそれで作られる円弧と全ての数字の記された点刻された定規を別に図示しなければならない。それで点のみ記された渦巻き線を単独に示す。以上のことは次の二図で正しく示される。渦巻き線のための二線は同角度で左方向に水平に引かれる。上の線はｂと重なる点12，下の線は渦

巻き線の点12に対応する。上下の線にどのような違いがあるのかを分かるようにするためである。

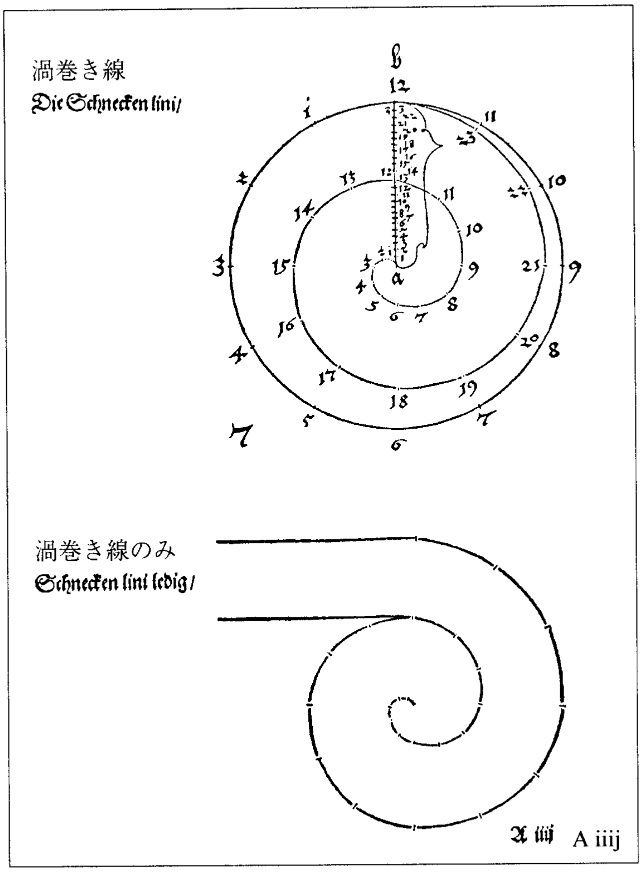

図7

次にいま作られた渦巻き線を，それでその渦巻き線の作られた，点刻された定規ａｂを用いて，もう一度変えてみよう。定規には前とは違った点刻をしなければならない。それは曲線と直線の二種の線で行われ，両者が組み合わされる。両者は異なるが，その一方は他方で測られるとともに，他方とある種の比例関係にある。それを次のようにする。定規と同じ長さの直線を引き，上をｂ下をａとする。次に水平線ｃｄを引き，線ａｂがその水平線と直角をなすようにする。次に真っ直ぐな斜線ｄｂを引く。コンパスをとり，一方の脚を点ｄに他方の脚を点ａにおいて，点ｄから斜線ｄｂまで円弧を描く。その交点をｅとする。次にこの曲線ａｅを23点で24等分し，点ｄからａｅ間の全ての点を通って直線ａｂまで直線を引く。これらの線と線ａｂの交点を数字で記すことにして，上のｂから始めて下のａまで1/2/3/4/等とする。点と点の間隔が上にいくほど広くなり，下にいくほど狭くなることが分かる。これらの点を，仕事のために使用しようと思う定規に刻む。このような準備を下に図示した。ここに示されない多くのことが，この準備から作られることに特に留意することである。この渦巻き線は上下に対となって進むわけではない。

渦巻きの流れを作るために，この線ｂａ〔上の点の〕通りに定規に点刻しなければならない。

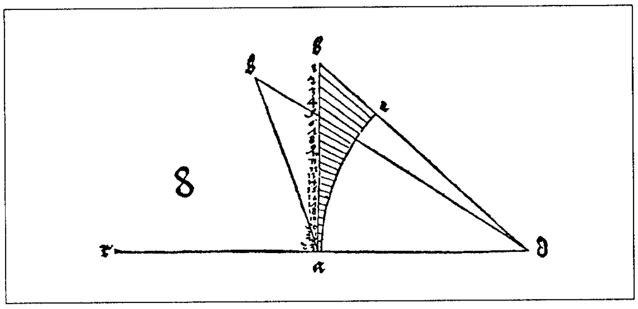

図8

渦巻き線の間隔が外にいくほど広がり，内にいくほど狭まるようにしようと思えば，垂線ａｂをｂで動かして点ｃの方に傾斜させ，斜線ｄｂを改めて引くようにする。そうすれば円弧ａｅは短くなる。その後全ての部分を改めて前と同様に区切れば，仕事に大きな変化が見られることになる。このようなことは上の図でも部分的に示されている。さて変更された線ａｂ上の点を定規に点刻する。その後，定規の下の点ａを中心とし，上の点ｂが円に接するように，〔定規を半径として〕円を描く。点ｂの上に12〔という数字〕を記す。それからは前の渦巻き線で示されたのと同様にする。ただ前は中心から回ったが，今度は円周に近い方から中へと回る。それで円周上の点の数字を前とは反対向きに1/2/3/4/等と数える。上記のことが前同様に下に二図で示されているので，前の線との相違が分かる。また一方が他方より美しいことも分かる。

変更された渦巻き線　　変更された渦巻き線のみ

Die geendert schnecken lini/　　Die geendert schnecken lini ledig/

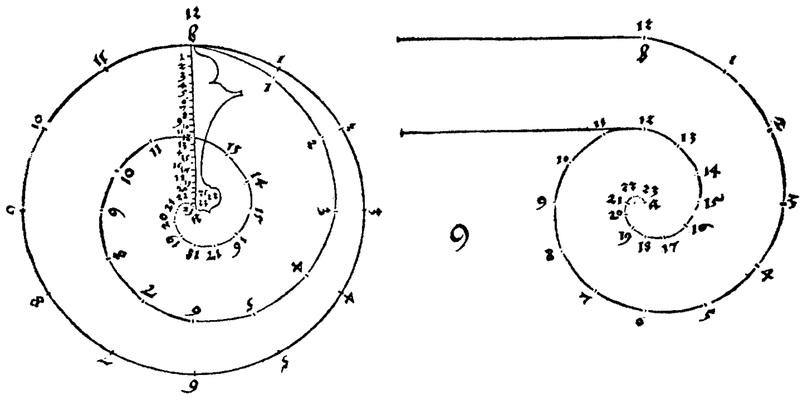

図9

次に渦巻き線上の数字の記された全ての点に，規則的に並ぶ直線を立てようとすれば，次のようにすればよい。定規をとって，そのある箇所を中心ａに接し，他の部分を点12におきながら，定規でそこから直線を引く。このように定規のある箇所をつねに中心ａにおきながら，他の部分を渦巻き線の全ての点に，１/２/３/４/等というように，めぐらしていく。中心ａに戻るまで直線を引いていく。以上のことを下に図示する。

渦巻き線上に線を正しくおくにはどうしたらよいか

Wie man die Linien gebürlich auff die Schneckenlini stellen soll.

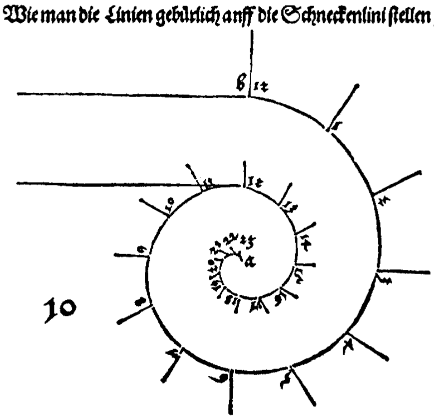

図10

渦巻き上におかれる各直線の長さを正しく見い出すために，次のようにする。コンパスをとり，一方の脚を点12に他方の脚を点１において，点１を基点として上方に円弧を描く。次にコンパスの一方の脚を点１に他方の脚を点12において，点12を基点として上方に円弧を描く。二つの円弧の交点を点ｃとする。同様に渦巻き線上の数字の記された全ての点で１と２，２と３等々の間の円弧の交点に順にｄ，ｅ，ｆ，ｇ等々と記す。それをａｂｃ全体に及ぼす。次にｃとｄ，ｄとｅ，ｅとｆ等々を直線で全ての文字を通して結べば，それらの線は点１/２/３/４/等々から引かれた直線を截る。更に円弧から生じた葉を真ん中の線で分けようと思えば，まず点ｃから，次に点ｄ，ｅ，ｆ，ｇ等々から中心ａに向けて直線を渦巻き線まで引く。こうしてこのことは正しくなされる。下図にこれは示される。

渦巻き線上に正しい長さで直線を引くにはどうしたらよいか

Wie lang nach ordnung die geraden Linien auff der Schnecken Lini seyn sollen.

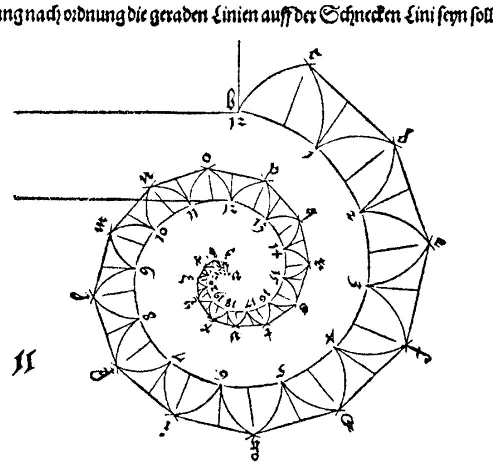

図11

次に渦巻き線を描いて，中心ａに向けて円から

線を引き，その上に再び葉を描くことにする。だが葉を通って引かれる線は前の線とは異なる。最初にａを中心として円を描き，前同様に円を点で分けて数字を記す。基尺となる垂線ａｂを11点で12等分する。そして前の教示通りに，中心ａまで渦巻き線に点をつける。この〔渦巻き〕線が引かれると，それは多くのことに役立つ。それは特に司教杖に使用される。そのために次のようにしなければならない。円上の点ｂから下方に直線を引き，〔7から11までの〕高い方の数字のある半円と渦巻き線を使用する。コンパスをとり，一方の脚を円上の点９に他方の脚を点７において，点７を基点として円弧を描く。次に一方の脚を点７に他方の脚を点９において，点９を基点として円弧を描く。二つの円弧の交点を点ｃとする。円上の点８から点ｃに直線を引く。二点９と11の間も同様にして，上の交点をｄとする。次にコンパスの一方の脚を円上の点11に他方の脚を渦巻き線上の点１において，点１を基点として上に円弧を描く。次に一方の脚を上記の点１に他方の脚を点11において，点11を基点として円弧を描く。二つの円弧の交点をｅとする。渦巻き線上の点１と３〔テキストには２と記されるが，明らかに３の誤記〕，３と５，５と７，７と９，９と11の間も同様になし，その交点を順にｆ，ｇ，ｈ，ｉ，ｋとする。次に葉を通って渦巻き線まで，ｅ-12，ｆ-2，ｇ-4，ｈ-6，ｉ-8，ｋ-10と結ぶ直線を引く。渦巻き線上の11と中心ａの間がまだ残っているので，コンパスの円弧で両点を結び，交点を１とする。前述同様に，以上のことを二通りに図示した。最初にこれらのことがなされるのに必要な全ての図，次に〔司教杖の図を〕単独に。この素描は多くのことに役立つ。この渦巻き線はそれだけで葉の荒彫りに使用される。これも図示した。

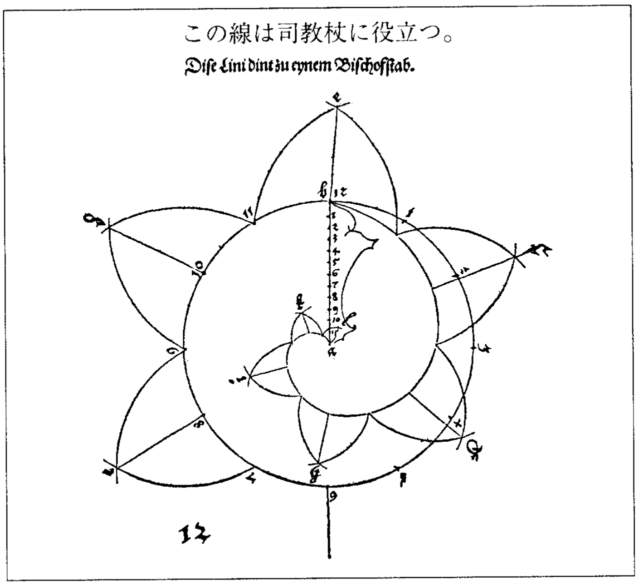

図12

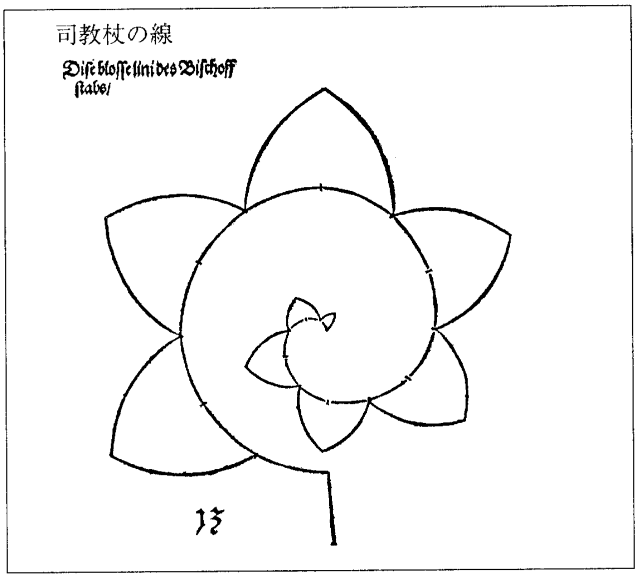

図13

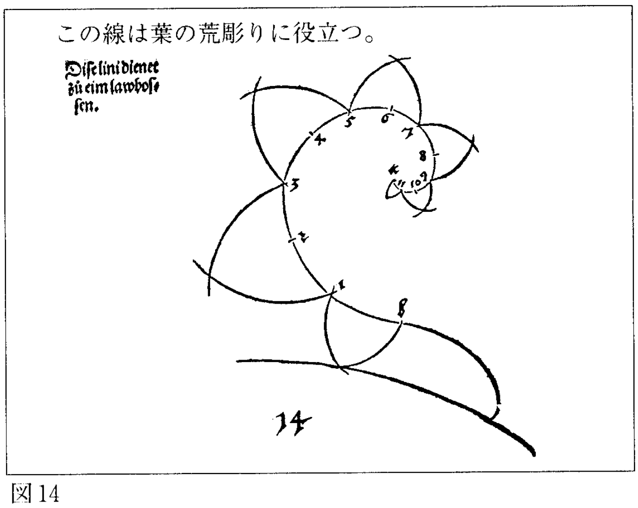

図14

渦巻き線の引かれる円が，任意な数の点で区切られることに留意することである。細かく区切れば区切るほど精密に測られる。そして円の区切りの数にあわせてつねに，渦巻き線の作られる定規を区切らなければならない。渦巻き線の数を二倍，三倍，四倍にしたければ，定規の点と数を二倍，三倍，四倍にしなければならない。そしてそれによって再び巡っていけば，望みのものが得られる。定規の区切りを最大限に多くして円上を巡ろうとすれば，どんなに注意しても〔円の区切りと定規のそれの〕数が同じでなければ，順次巡っていくうちに，間違いが起こることになる。それで次のようにする。ここでは円を12部分に区切ることにする。渦巻き線の数を二倍，三倍，四倍に巡らせようと思えば，定規をそのように望むだけの数の点で区切ればよい。〔ここでは〕その数を1/2/3/等々から12までにする。区切り部分1/2/3/

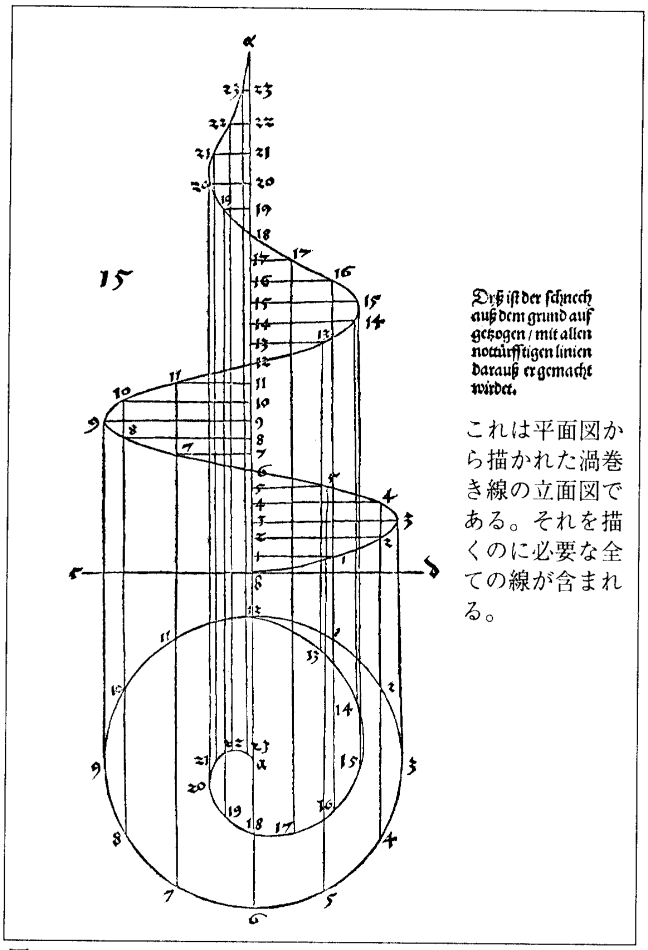

図15

等々から始めて12まで記す。円と定規の数字がつねに一致するように，定規の点の数を〔円のそれと〕合わせる。そうすれば巡るときに，間違うことはあり得ない。渦巻き線が平面上に描かれたとして，次にそれが下から上に昇る図をどのように描けばよいかについて教えよう。留意すべきは，何かを作ろうとすれば，建物にしても他のものにしても，予め十分にその平面図を定めておかなければならないことである。平面図が示されていなければ，渦巻き線が上に昇る図をよく描くことはできない。それ故最初に，すぐ前に作られた渦巻き線とそれの作られる円だけの平面図を，それが前にあった通りに描く。ただしその全ての葉は省く。しかも渦巻き線の点の数字も変えなければならない。即ち次のことに留意する。円では1から12まで進み，それから渦巻き線に入るのであるが，数字は1/2/3/となるのでなく，ここではそうでないようにする。つまり円の点12から渦巻き線の最初の点にはいるとき，それを13とし23の数字まで進むのである。この平面図が下に描かれると，点6から上方に，中心aと点12を通って，必要とされる高さまで垂線を引く。その上端をaとする。それで同じ点aが中心aの上にあることになる。この垂線aの下部を水平線c dで截り，交点をbとする。この線a bを23点で24等分する。前に示したように，この〔24の〕部分を上に整然と並べる。ここで再び前と同じ仕方を採用するが，ただ二文字だけは〔上下いれ〕変えて，aを上にbを下にし，各部分に下から上へと1/2/3/等々というように数字を記す。いまや垂線が点と数字で区切られて平面図の中央上にあるので，次に平面図の点1から水平線c dを通って上方に垂線を引く。平面図の点1から上方に引かれた垂線の方に垂線a b上の点1から水平線を引き，その交点を点1とする。これが渦巻き線の立面図の最初の点である。平面図と垂線a b上の全ての数字と点について〔左右〕両側で同様にする。こうして渦巻き線は下の点bから〔上の〕点aまで点で表され，渦巻き線は点間を結ぶことで描かれる。この線によって渦巻きが昇り，塔の屋根

〔のよう〕に作られるが，最下の段は最上のそれより〔横幅が〕はるかに長くなければならない。〔渦巻きは〕上方に向かって整然と区切られ，下図のように，先端になればなるほど，段の高さは大きくなる。図では先ず渦巻きの平面図，その上に渦巻きの立面図が全ての必要な延ばされた線とともに図示される。それに続けて渦巻き線だけが図示される。この渦巻き線を上下縮めたり，延ばしたりもできる。伸縮に応じて線ａｂを短くも長くもする。この線は多くの他のことに役立つ。それに続けて三角形ａｂｃがそれに属する全てのものとともに図示される。その垂線ａｂの各部分は，円弧ｂｅ〔テキストではａｅであるが，これは明らかに誤記〕によって上方にいくほど長くされている。またこの渦巻き線は，間の点や数字を無視するとき，角張ったようにも描かれる。つまり，渦巻き線の立面図で点ｂから２まで，２から４まで，４から６まで等々と進んで先端のａまで〔一つおきに点間を〕直線で結ぶのである。　B

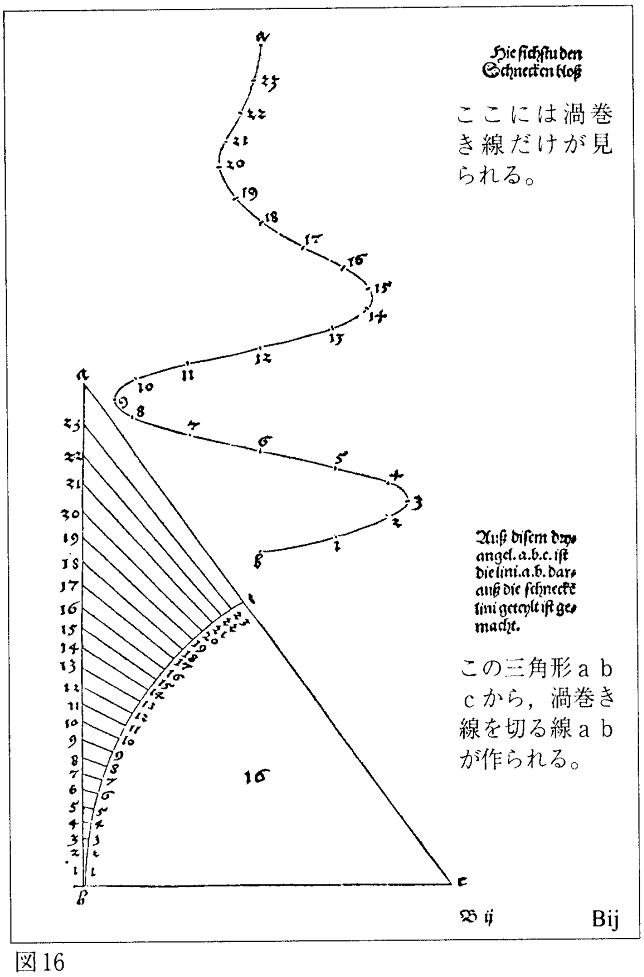

図16

階段を作るために石工も使用できる別の渦巻き線を円から作る。それは正しくはねじ線と呼ばれるが，人がそれをどう呼ぼうと，それは役に立つ線である。それで次にその作り方を教えよう。求めようと思えば，そこから多くのものが見い出せる。前に示されたように，最初ａを中心として円を描き，中心ａを通る垂線で円を二等分し，上の接点を12下の接点を６とする。点12から必要とされる高さまで直線を上方に引き，上の先端をａとする。円の平面図近くの，この垂線の下部を水平線ｃｄで直角に截り，交点をｂとする。円の平面図を点で12等分し，各部分に数字を付すことにして，12のすぐ横から１/２/３/等々と始めて12まで戻る。更に１には13，２には14等々というように，必要に応じて順次数字を続けなければならない。こうして作ろうと思う渦巻きの高さに応じて，数字を３/４/５/倍にして，垂線を上方に引くことができる。この平面図が正確であるとして，区切りの数だけの点を垂線ａｂにつけ，下端ｂから上方に１/２/３/４/等々というように，点に数字を付す。円の平面図の点１から水平線ｃｄを通って上方に垂線を引く。この平面図の点１からの垂線に向けて，垂線ａｂの点１から水平線を引き，その交点をやはり１とする。平面図と垂線ａｂ上の全ての数字と点についても同様にする。数字の上下の重なり方についても同様である。渦巻き線が全て点で表されたならば，次図に示されているように，手で渦巻き線を描く。また渦巻き線が角張ってみえるように点から点に引くこともできる。このような渦巻きの旋回が二重になるようにもできる。まずは渦巻きの心棒を真っ直ぐにする。また上から真っ直ぐ下の床まで見えるように，心棒に当たる中心部分を中空にも蛇行してみえるようにもできる。石工ならば当然それを図示することも，また床板をずらしてそれを実現することもできなければならない。この上記の線から，非常に重い強固なものを，人が不思議に思うほど，

持ち上げ，割ることができるような，二重，三重，四重に旋回するねじが作られる。

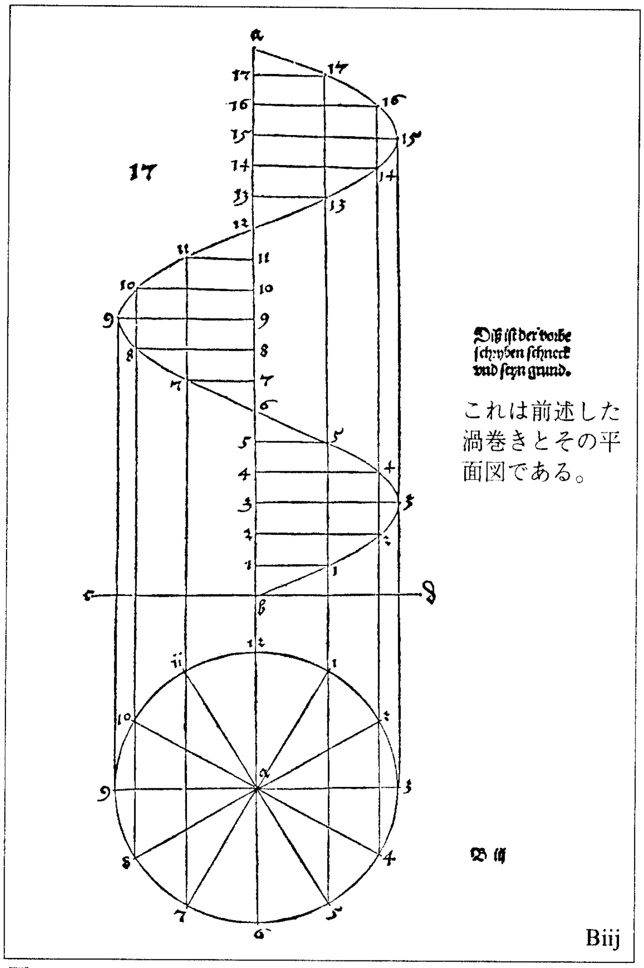

図17

更に単純な渦巻き線の，前とは異なる描き方を教えよう。それを次のようにする。ドイツ語で einn rechten quadranten と呼ばれる四分円ａｂｃを描き，中心をｂ，上をａ，横をｃとする。この円弧を11点で12等分する。点ｃの近くからそれらの点に数字を付ける。全ての点から水平線ｃｂまで平行に垂線を下ろし，円弧と同様にそれらに数字を付す。それらの数字も点ｃの近くから付ける。そうすればこの水平線ｃｂは円弧ａｃと相似的に区切られる。最初の平面図はこうして準備された。次にその下に点ｃを中心として半円を描き，直線で半円を截って，上の四分円と同形にする。垂線の上をａ，下をｂ，中心をｃとする。次に半円を11点で12等分し，ａの近くから各部分に数字を付し，数字のついた全ての点から点ｃに直線を引く。中心ｃから数字のついた全ての点に放射線を引く〔意味的に直前の文の繰り返し〕。次にコンパスをとり，一方の脚を上の四分円の中心ｂに，他方の脚を水平線ｃｂ上の点１において，その幅のままコンパスをもってそれを下の半円に移し，一方の脚を中心ｃに，他方の脚を垂線ａｂ上のａの下において，そこから〔点ｃを基点として〕放射線１ｃまで円弧を描き，その交点をやはり１とする。次にコンパスを再びとり，一方の脚を四分円の中心ｂに，他方の脚を水平線ｃｂ上の点２におく。この幅のままコンパスを下の半円に移し，一方の脚を中心ｃに，他方の脚を放射線１ｃ上において，そこから〔点ｃを基点として〕第二の放射線２ｃ〔テキストでは2/5とあるが，これは明らかに誤記〕まで円弧を描き，その交点を２とする。下の半円の全ての放射線間で上記と同様にする。このように上の四分円の水平線ｃｂ上から前述の全ての幅をとり，それらを下の半円に移して，こうして放射線上の円弧により生じた点に数字を付せば，円弧の外の点ａから中心ｃに向かう渦巻き線の旋回の，点から点への描き方が示される。下にこれを図示する。〔換言すれば〕コンパスの一方の脚をその都度垂線ａｃｂ上において，そこから〔点ｃを基点として〕各放射線まで円弧を描いて〔渦巻き線を〕仕上げることができる。下図にみるように，これは独特の形を示す。

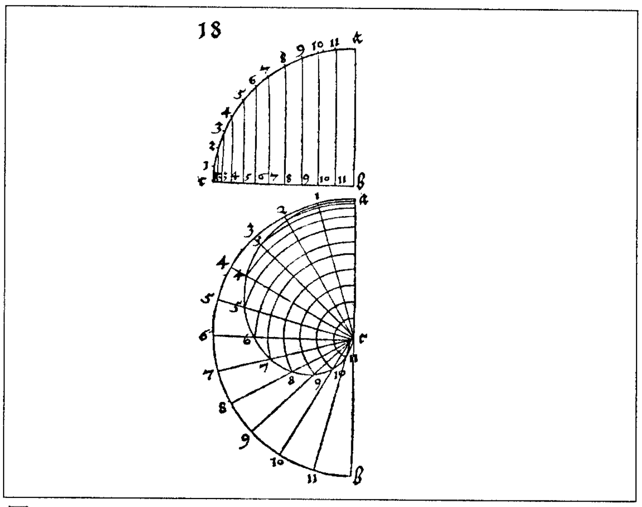

図18

更にコンパスを用いた別の方法で渦巻き線を描

こう。まずａを中心として円を描き，それを前同様12点で12等分する。全ての点から中心ａに直線を引き，それに数字を記す。上の12から１/２/３/等々と数字をつけ始め，点を巡って12に戻る。線12ａを35点で36等分し，上の12から１/２/３/等々と下に数字をつけていく。コンパスをとり，一方の脚を中心ａに，他方の脚を線12ａ上の点１において，点ａを中心として点１から放射線１ａの方に円弧を描く。次にコンパスをとり，一方の脚を中心ａにとどめたまま，他方の脚をずらして放射線12ａ上の点２において，二つの放射線１ａと２ａ間に円弧を描く。こうしてコンパスの脚を放射線12ａ上を一つづつ下にずらし三度旋回させて，順次に全ての放射線間に円弧を描いていく。コンパスを中心ａに近づけるほど，〔円弧の半径は〕狭くなる。コンパスでこのようになしたならば，渦巻き線を点から点に描く。円周上の点12に近いほうから描き始め，三度旋回させて中心ａに至る。描くのに必要な全ての線とともに以上のことを図示し，また渦巻き線だけをとりだして，これも並置した。

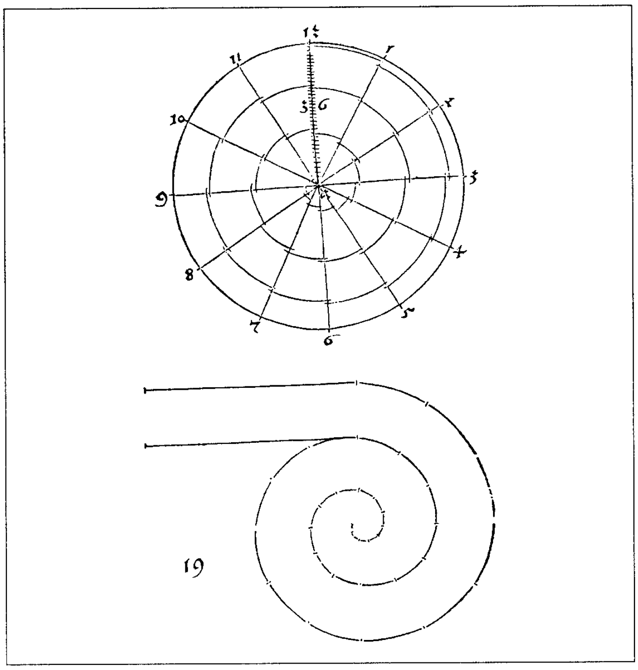

図19

更に〔別の〕渦巻き線を描こう。ａを中心として円を描き，それを６点で６等分して，それに数字を記し，６を上にする。円周上の全ての点から中心ａに放射線を引く。線６ａを７点で８等分する。前同様にコンパスをとり，一方の脚を中心ａに，他方の脚を放射線１ａ上の点１におく。〔線６ａ上の〕全ての数字について同様になしながら，前の渦巻き線で学んだようにしていく。このことを全ての必要な線とともに次図に示す。また〔渦巻き線だけをそのよこに〕単独に示す。

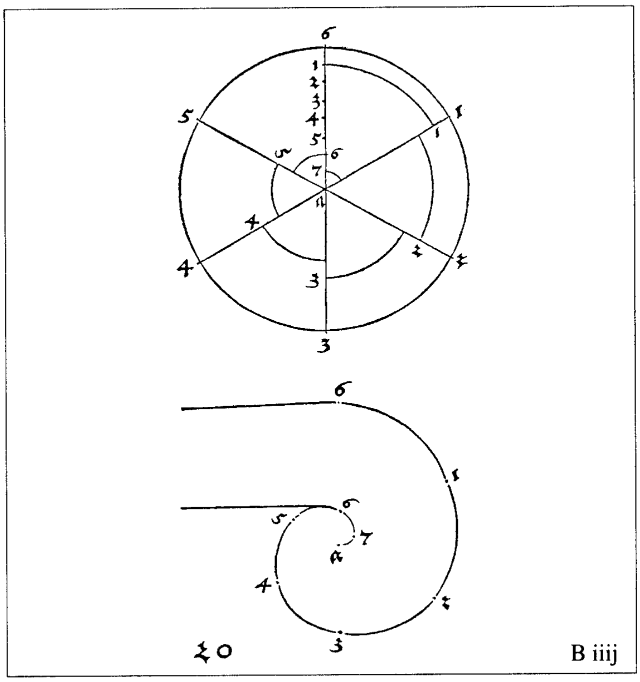

図20

その長短に拘わらず，所与の線の三等分の仕方を知る必要がある。それを次のようにする。所与の線をａｂとし，水平線ｃｄ上にあるとする。コンパスをとり，半径を垂線ａｂの半分以下の長さにして，その一方の脚を線ａｂのそばの水平線ｃｄ上におき，半径分の長さを三回上に測り，それに直線を通して，ａｂに平行になるようにする。この線の上をｅ下をｆとし，中間の三等分の二点に１と２の数字を付す。次に端ｅから端ａまで，更にそこから水平線ｃｄまで直線を引き，後者との交点をｇとする。点ｇから点１と２に真っ直ぐな二斜線を引けば，線ａｂは斜線による截断で三等分される。ある線を三等分する別の意見〔を述べる〕。四本の平行な水平線を等間隔に上下に引き，１/２/３/４の数字を付す。所与の線の上をａ

下をbとする。上端aが水平線1上に，下端bが水平線4上にあるようにその線を定めれば，中間の二本の水平線2と3が線abを三等分する。これも以下に図示した。先に進むまえに，ある線を正しく二等分する仕方を教えよう。それを次のようにする。所与の線を水平線abとする。コンパスをとり，一方の脚を点aに他方の脚を点bにおいて，〔点aを基点として〕点bから下方と上方に円弧を必要なだけ描く。次にコンパスの一方の脚を点bにおいたまま，他方の脚で点aから上方と下方に円弧を描く。これらの円弧の上の交点をc，下をdとする。cdを直線で結べば，それはabを中心で截る。そこをeとする。〔二等分するため〕ある円弧上に直線を定めるときも，上記と同様にする。円弧をab，直線をcdとする。凹の円弧でなされる必要があるとき，上記の意見に従って垂線を定める。以下に両方の仕方を図示し，垂線cdと凹の円弧の交点をfとした。

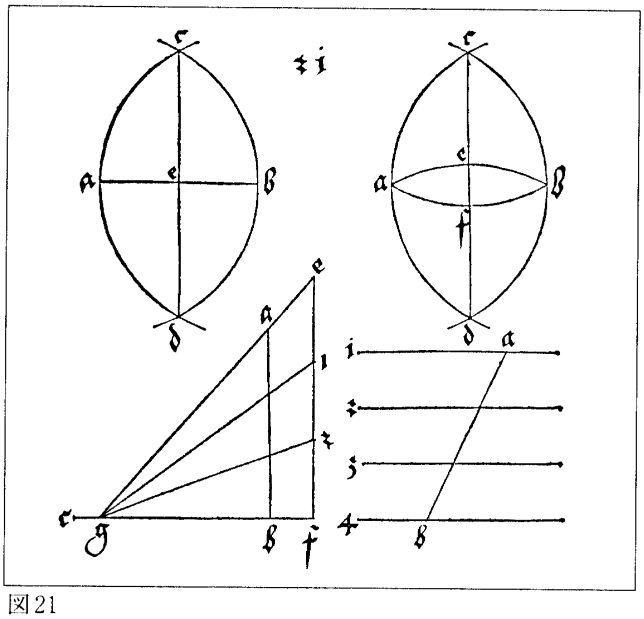
図21

次によい形状の卵に似た線の描き方を教えよう。それを次のようにする。abを両端とする直線を引き，9点で10等分する。コンパスをとり，一方の脚を線中央の点5に他方の脚を点3において，〔点5を基点として〕点7を通って上下に円を描く。コンパスの一方の脚を点bに他方の脚を点3において，〔点bを基点として〕点3から下方に円を描く。コンパスの一方の脚を点aに他方の脚を点7において，〔点aを基点として〕点7から下方に円を描き，両方の円弧の交点をeとする。円に下接するように線abに平行な水平線を引き，大きい円弧との交点を点3の下でc，点7の下でdとする。点5から点eに垂線を引き，水平線cdとの交点を10とする。3と10の間の円弧を点fで二等分し，10と7の間の円弧を点gで二等分する。コンパスの一方の脚を点fに他方の脚を点dにおいて，〔点fを基点として〕点 d から下方に円弧を垂線5eを通って描く。コンパスの一方の脚を点gに他方の脚を点cにおいて，〔点gを基点として〕点cから下方に円弧を描く。垂線5e上での両方の円弧の交点をhとする。h10間を点iで二等分する。コンパスの一方の脚を点iに他方の脚を円弧ch上の〔点iから〕最も近い点において，〔点iを基点として〕その点から他の円弧hdまで下方に円弧を描く。こうして卵の線は描かれた。全ての必要な線の入った図と卵の線だけの図がともに下に示される。

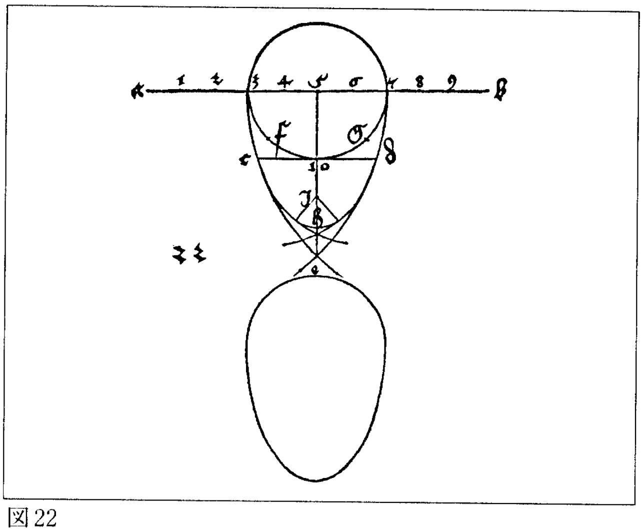
図22

ある円弧から円の中心をみつけなければならないということが必要になろう。垂線を円弧上に定めるという前に示された方法によって，すぐにそれをなすことができる。それを次のようにする。所与の円弧をahとする。コンパスをとり，一方の脚を点aに他方の脚を円弧上において，〔点aを基点として〕必要なだけの半径で円弧を上下に描く。この円弧と所与の円弧との交点にコンパスの一方

の脚をおき，他方の脚を点aにおいて，そこから上下に円弧を描く。両方の円弧の上下の交点を結んで直線となし，必要なだけ下方に線を延ばす。bの側でも同様にすれば，下方に延びる二本の直線があることになり，その交点により中心がみつかる。それをcとする。こうしてこの円弧のための中心がみつけられた。それを下に図示した。

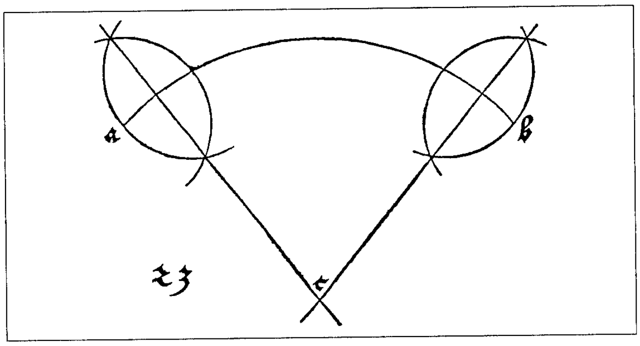

図23

三点が一線上になく，しかも素早くその三点を一円周上に収めるにはどうすればよいかを知る必要がある。それを次のようにする。三点をａｂｃとする。ａｂ，ｂｃを直線で結ぶ。次に図21で示されたのと同様にする。両線ａｂとｂｃの中心を求める。この両線を二等分する二直線を，必要なだけ下方に延ばして交差させる。コンパスをとり，一方の脚を交点dに他方の脚を点aにおいて，〔dを基点として〕点aから円を描けば，円周は三点ａｂｃ上にくることになる。それを下に図示した。

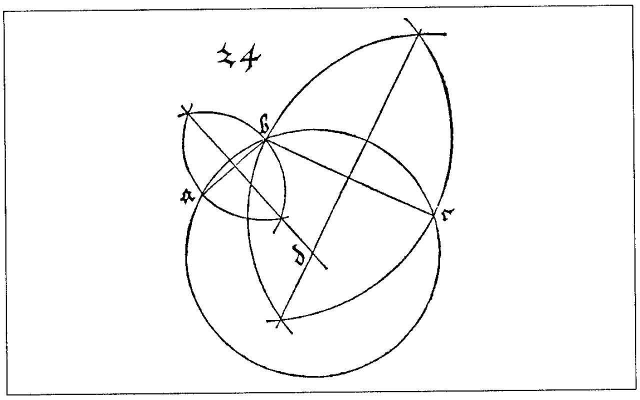

図24

ある円弧が直線に接するとして，接する両線のなす角度が小さいため，見極めることの困難な両線の接点を，どうすれば見いだせるかを知ることも必要である。次のようにしてこれをなすことができる。円弧ａｂとそれに接する直線ｃｄを定める。コンパスをとり，一方の脚を端cに他方の脚を線ｃｄ上の，cに近い点において，〔cを基点として〕上下に円弧を描き，線ｃｄとの交点をeとする。次にコンパスをとり，半径はそのままにして，一方の脚を点eにおき他方の脚で点cを通って円弧を描く。二つの円弧の上の交点をf，下の交点をgとする。二点ｆｇを直線で結び，水平線ｃｄとの交点をh，円弧ａｂとの交点をiとする。点iから上の水平線ｃｄに平行な水平線を引き，円弧ａｂとの交点をkとする。〔コンパスで〕長さｉｋをとり，その端を点hに合わせてそれを線ｃｄ上におき，〔点hを基点として〕円弧を描き，水平線ｃｄとの交点をlとする。ｌｋを直線で結び，長方形ｈｌｋｉを描く。〔水平線ｈｌの〕中心をみつければ，円弧ａｂと直線ｃｄとの接点が分かる。図21に示したように，コンパスをとり，一方の脚を点lにおいて，〔点lを基点として〕他方の脚で点hを通って上下に円弧を描く。次にコンパスの一方の脚を点hにおいて，〔点hを基点として〕他方の脚で点l通って上下に円弧を描く。上の交点をm，下の交点をnとする。mとnを直線で結び，水平線ｃｄとの交点をoとする。それが円弧ａｂと直線ｃｄの接点である。それを下に図示した。

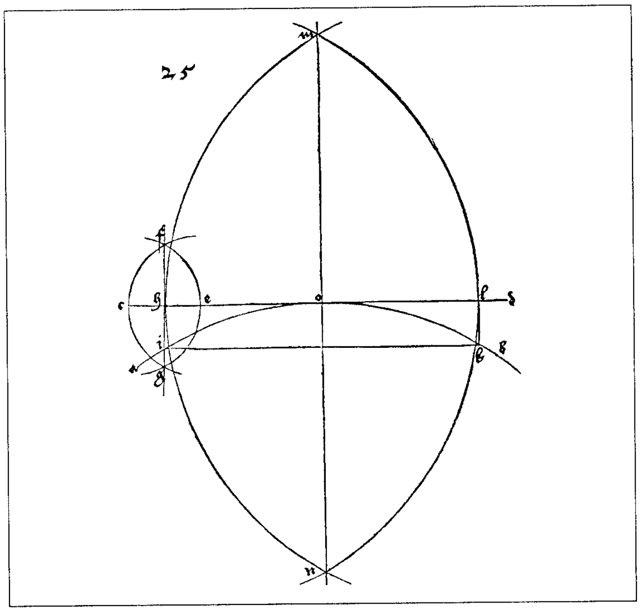

図25

ある点で鋭角をなす二線が益々近接していきな

がら，決して永遠に交差しないことを証明する。平行線ａｂとｃｄが上下にあるとする。ただしこの二線は端 ｂとｄで無限に延長されるものとする。上の線ａｂ上に目盛りと数字を無限につける。下の線の点ｃから上の線ａｂ上の点１に線を引けば，この斜線ｃ１は鋭角ｃをなす。点ｃからこのように次々に上の線ａｂ上の１/２/３/４/等々に無限に直線を引けば，これらの斜線は線ｃｄに益々近接し，益々鋭角をなしていく。それで斜線は益々線ｃｄに近接することになるが，この線と交差することは決して永遠にない。これを下に図示した。

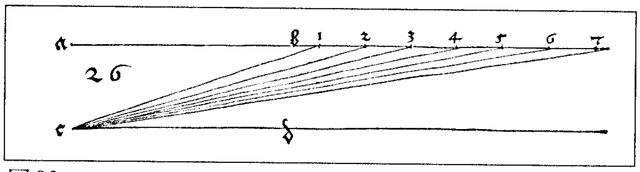

図26

上下に旋回しながら，中心に向かって無限に進む線が考えられる。この線は無限の大小の故に人の手では引かれない。その始まりと終わりがなく，見い出されず，ただ頭のなかで理解されるだけである。それでも可能な範囲で線を終始させて，それを下に示そう。点ａから始めるとして，中心に向かうようにこの線を幾重にも旋回させながら円弧状に内側に引いて，線の半ばで中断する。同様にこの線をａから外側に幾重にも旋回させ，線の半ばで中断する。それでこの線は長いほど中心近くが密になり，長いほど外側に向かうが，内でも外でも終わることはない。それを下に図示した。

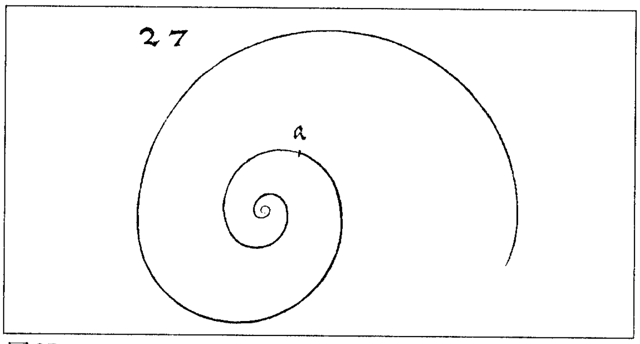

図27

次に特別な仕方で曲がる有用な線の描き方を教えよう。最初に水平線ｃｄを引き，９点で10等分する。中心点５から垂線ａｂを立てる。この線ａｂを19点で20等分し，下から上に１/２/３/等々と数字をつける。定規をとり，それに長さｂｄを刻んでｅｆとする。ここで作ろうとする曲線の全ての点はこの長さで示される。ｂｄの１部分を３等分し，その1/3だけ前記の１部分に加えて，コンパスでこの長さをとり，一方の脚を点ｄにおき，他方の脚で上方に円弧を描く。次に定規に刻まれた長さｅｆをとり，一方の端ｅを垂線ａｂ上の点１に，他方の端ｆを前記の円弧との接点におく。そこも点１とする。次に定規の一方の端ｅを線ａｂ上の点２におく。コンパスの一方の脚を新しい方の点１におき，他方の脚で前と同じ半径で上方に円弧を描く。定規の端ｆと円弧との接点を点２とする。全ての数字についてこのようにする。数字の順に点から点を湾曲状に線で結ぶ。ここではこの曲線を短い方の線ｅｇによる小型の曲線とともに二重に描いた。これを次に図示した。

これは前記の仕方で描かれた二つの曲線である。

Diß sind die zwü krummen linien die durch vorbeschribnen weg gemacht werden.

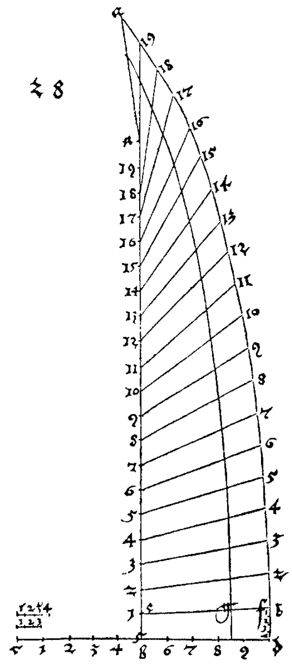

図28

上記の曲線は次のような意見により別の仕方で変えられる。まず線ｅｆが〔元の位置から〕外された後，16点で17分され，目盛りとしてそれに数

字が付されなければならない。またこの線は外された後，各目盛りの大きさを一つ一つ変えて区切られなければならない。線ｅｆの各目盛りは同じ大きさでなく，各目盛りはｅの方にいくにつれて大きくなり，ｆの方にいくにつれて小さくなるようにしなければならない。このような各目盛りの増減を定規に点刻する仕方を，前述した図８の三角形ａｂｃから円弧ｂｅによって見い出さなければならない〔図８では三角形ａｂｄと円弧ａｅとなっている〕。三角形の線 ａｂを円弧ｂｅから側方に甚だ傾斜させて，円弧ｂｅを16点で17等分する。点ｃから円弧ｂｅ上の各点を通って線ａｂまで直線を引けば，線ａｂはａに向かうほど大きく，ｂに向かうほど小さく区切られる。このようにして三角形の線ａｂは点と数字を付される。最初の数字は最小部分１ｂに始まる。定規ｅｆ上にそれを点刻していく。ｂでｆに戻り，ａからｂに及ぶことになる。次にその三角形を図示した。

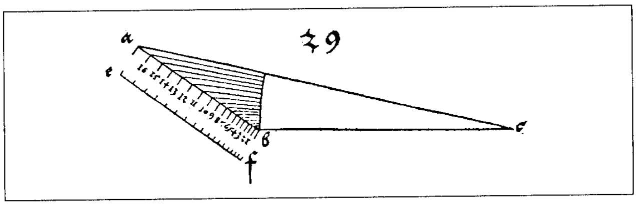

図29

この第二の曲線を描くために，最初に引かれた線，つまり垂線ａｂ，曲線，点刻されている斜線ｅｆを利用しなければならない。それを次のようにする。まず垂線ａｂを点17まで利用する。曲線についても同様である。斜線ｅｆは前同様に数字の順に上がっていく。新しく点刻された線ｅｆを前記の線ａｂ上にのせて下から上げていくが，その際数字を上げるごとに端ｆから１目盛りづつ減少させていき，最上の斜線では線ｅｆが何も残らないようにする。垂線と曲線の点17でそのようになる。その後点から点に新しい曲線を引いていけば，最初の曲線とそれがどのように異なって曲がるかが分かる。次にそれを図示した。

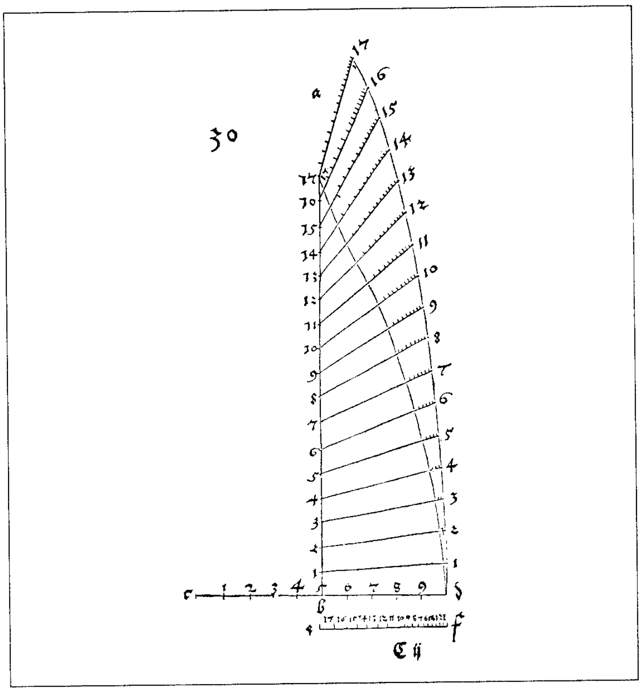

図30

この曲線を様々な仕方で変えることができることは予め知っておくべきであるが，ここでもう一度だけそれを変えてみることにする。垂線ａｂの長さを前より1/4〔図では1/5〕だけ短くし，前同様にそれを19点で20等分する。点の間は数字の小さい下ほど広くなり，数字の大きな上ほど狭くなる。この線のこのような秩序正しい区切り方は，図８の前記の三角形ａｂｃによってなされる。ただし円弧ｂｅの代わりに短縮された垂線ａｂを使用しなければならない。それを次のようにする。三角形を描く際に，最初の垂線ａｂの全長を19点で20等分する。それを水平線ｂｃ上に垂直に立てる。水平線ｂｃの長さを垂線ａｂよりもその1/6〔図では1/5〕だけ長くする。このようにして〔三角形〕ａｂｃと〔水平線〕ｂｃには〔最初の垂線の〕６〔分の１の長さ，図では1/5の長さ〕が含まれることになる。斜線ａｃを引く。短い方の線ａｂをとり，端ｂが三角形の隅ｂに当たり，また端ａが斜線ａｃに接するようにして，その線をｃの方に傾斜させる。長い方の線ａｂ上の全ての点から隅ｃに向けて直線を引く。これらの斜線と短い方の線ａｂとの交点に，長い方の線ａｂ上の数字を記す。そうすればこの短い方の線ａｂは〔長い方の線ａｂと〕相

似的に区切られる。点間の距たりは下にいくほど長く，上にいくほど短くなる。短い方の線ａｂ上の区切りを下をもっと長く上をもっと短くしようと思えば，短い方の線ａｂを更にｃの方に傾斜させればよいことに留意すべきである。ただし区切りを変えようと思う線ａｂを短くするにしても長くするにしても，それが斜線ａｃに接する必要がある。この三角形と変えられた線ａｂを下に図示した。

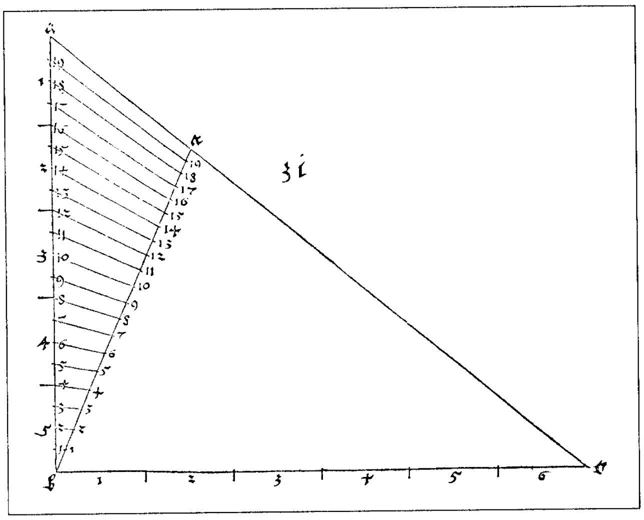
図31

（なお本稿は平成11年度九州産業大学共同研究による成果の一部である。）