レオナルド・ダ・ヴィンチの素描《マギの礼拝背景図》の空間構成

── その遠近法と数理的秩序の解明 ──

篠塚　二三男

Ⅰ．序

１．研究を始めるにあたって

1゜ この素描は一個の独立作品である。

フィレンツェのウフィツィ美術館の素描版画室に所蔵されるレオナルド・ダ・ヴィンチの《マギの礼拝背景図》（所蔵番号436Ｅ；図版１）は，この巨匠の残した数多くの素描のなかでも，ひときわ有名なもののひとつである。そこに描かれた碁盤目状の舗床の作り出す緻密で緊迫感に満ちた空間は，ルネサンス時代の線遠近法のいわば「お手本」として，数多くの遠近法関係の書物を飾ってきた。

この素描はまた，同じくウフィツィ美術館に所蔵される未完の大作《マギの礼拝》（板絵，246×243センチ）（図版２）の背景のための予備デッサンとしての観点から，多くの研究者により言及されてきた。２つの階段のある建造物や人物の乗る馬などを比較してみるなら，この素描が板絵作品の予備デッサンであることはほぼ確実であろう。そして両者の類似と相違を検討しながら，ひとつの構想の継続と変更という発展論的観点から作品を研究してゆくことはもちろん重要な作業である。しかし，板絵とのつながりという観点にのみ目を向けることは，この素描自体がもっている独自の価値を見落とすことにもなりかねない。この素描は単なる板絵のための副次的産物や二次的資料なのではなく，レオナルド・ダ・ヴィンチがその旺盛な実験的精神と数学的知性を独自の方法で展開させた一個の独立作品なのである。

板絵と同じくこの素描も未完成であるため，一見するとレオナルドの脳裏にひらめいた構想が原初的な形で生々しく記録されたものに思われる。確かに人物や動物などについてはそのようなことも言えるかもしれないが，舗床や建築物の作り出す空間に関しては，細部の緻密な描写から推察されるように，かなり周到な計算の上に構成されているのである。この素描は未完成とはいえ，空間構成に関してはきわめて完成度の高い一個の独立作品として考察される必要がある。

2° この素描にはレオナルドの方法が<露出>している。

レオナルドが遠近法や比例の問題に並々ならぬ関心を抱いていたことは，数多く残された手稿（文章および挿図）からじゅうぶん窺知ることができる。そしてこうした手稿などを手がかりにして，彼の《最後の晩餐》（ミラノ，サンタ・マリア・デッレ・グラーツィエ聖堂）をはじめとする絵画作品について，多くの研究者がさまざまな観点から分析している。

しかし，《最後の晩餐》のような完成作品の場合には，レオナルドの意図した構成上の原理やその制作過程が，皮肉にも完成作であるがゆえに，いわばヴェールの下に隠されてしまっており，手稿に記された理論とどのように結びつくのか，かなり不明な点も多い。というのもレオナルドの作品には，一見単純そうに見えながら，実際には通常の（アルベルティやピエロ・デッラ・フランチェスカ的な）線遠近法からの逸脱や超越があると思われ，その空間構成の正確な解明はきわめて困難なものになっている。

このように絵画作品ではレオナルドの構想や方法が秘匿されてしまっているのに対し，素描ではそれが<露出>している。ここで論ずる《マギの礼拝背景図》のような素描では，作図のプロセスまでは明白ではないにしても，残された痕跡からそれを解明する手がかりはきわめて豊富に記録されており，それらの合理的な分析を通して作図のプロセスを解明することは，じゅうぶん可能なのである。したがって，《マギの礼拝背景図》のような実験的な素描は，純理論的探求としての手稿と完成品としての絵画とを結び付ける架け橋の役割を果たしている。この素描のなかで成立している構成の方法，いわばこの素描の空間構成の<関係式>を知ることによって，レオナルドの数学的知性の<方向性><志向>をさぐり，彼の絵画作品の数理的秩序をより正確に推測することが可能になるのではあるまいか。

3° この素描の空間構成については，十分な解明がなされていない。

前述のようにきわめて著名なこの素描については数多くの研究者によって板絵《マギの礼拝》との関係から言及されているが，この素描の空間構成や構図分析について突っ込んだ議論をしているものは意外と少ない。代表的な研究をあげるなら，古くにThiis (1913)がかなり丹念な観察に基づいて空間の構成をしているのがまず注目される（後出11－3°の注を参照されたい；図版11，12，13）。Sanpaolesi (1954) による4本の「ほぼ平行な」対角線の指摘（8節参照，図版14）やKemp (1981) による消失点の位置が「黄金比に近い」という指摘（7－1°参照）は，それぞれ示唆に富む言及であるが，あまり厳密とはいえず，また全体の構成について突っ込んだ議論をしているわけではない。比較的近年のDegl'Innocenti (1987) による本素描の空間の再構成は（図版16，17），教えられるところもあるとはいえ，乱雑な点も多く，私にはそれまでの研究よりもむしろ後退しているのではないかと思われるほどである（8－A－3°の注，13－A－2°の注）。結局のところこの素描の空間構成に関するこれまでの研究はいわば断片的で，各研究者の指摘が相互に生かされておらず，総合的な視点に

立った指摘がきわめて少ないというのが現状である。

この素描をみると，空間の骨組みが＜露出＞している。そのことが皮肉にも空間構成に関してすでに＜解決済み＞であるかのような印象を与えてしまい，あらためて細かな検討を加える意欲をそいできたのかもしれない。その意味でこの素描は，これまでのレオナルド研究の盲点のひとつのように思われる。

4° 素描のオリジナルを観察する必要がある。

1990年9月18日から9月29日まで私はウフィツィ美術館の素描版画室でこの素描のオリジナルをつぶさに観察することができた(素描室の開館は日曜を除き9時から13時までである)。この素描を手にとって眺めるまでは，一日か二日の調査で十分であろうとたかをくくっていたのであるが，実際に観察を始めてみると実に多くの疑問や発見に遭遇し，結果的にかなり長い日時をこの小さな素描に費やすことになった。その調査結果と私の推論をここに発表するわけであるが，素描を観察しながら痛感したことは，オリジナルと複製写真との差である。本物を目の前にした時の感動については暫く措くとして，ここでいう差とは研究の道具としてみた場合のオリジナルと複製とのあまりの落差である。

オリジナルには鉄筆（スティルス）による切込み線や，計測の印(痕跡)である針孔が数多くある。これらはレオナルドが空間を構成するにあたってきわめて重要な役割を果たしたと思われるが，これらはほとんどが無彩色のため，複製写真ではふつう写っていない。そうした線や点に陰影が伴う時には写真でわかることもあるが，その場合にも鉄筆による切込み線なのかインクによる線なのか，針孔なのかシミなのか，そういった区別は複製写真ではきわめて難しいのである。またこの素描にある4本の対角線のうち特に上方の2本の始点や終点については，オリジナルの素描を見ても判断が難しい。オリジナルを両手に持ち光の微妙な反射を利用しながら，いろいろな角度から目を皿のようにして観察しないと，これらの対角線の正確な位置はわからないのである。

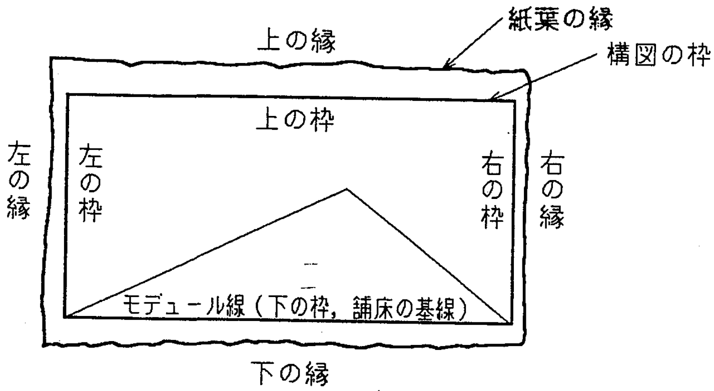
5° 0.5ミリ以上の誤差は避けたい。

こうした構図の問題を考える場合，測定をどこまで正確にすべきかで研究者はジレンマにおちいる。小さな誤差を無視してその人に都合のよい勝手な解釈をしてしまう危険がまずある。かといって測定をいたずらに厳密にすることは，手作業であるこのような素描の性格からみて不適切ともいえる。レオナルド自身の作図上のミスもあるであろう。

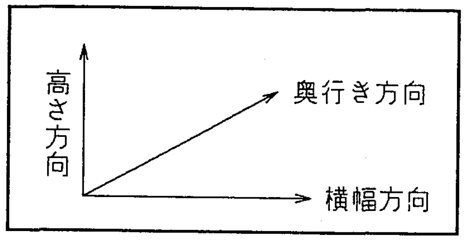
ここではできるだけ恣意的解釈を避けるため，まず測定を厳密にした。たとえば本論文で「正確にAとBとの長さが一致する」というような言い方をする場合，それは0.5ミリ以下の誤差であると考えていただきたい。つまりシャープ・ペンシルの針の太さであり，通常の定規と肉眼で判断できるぎりぎりの誤差である。こうした厳密な測定をした上で「正確に」一致するのか「ほぼ」一致するのかの区別を示したい。レオナルド自身の作図上の

ミスと思われるものについても，それなりの根拠を示した上で，手作業による誤差か否かを判断したい。

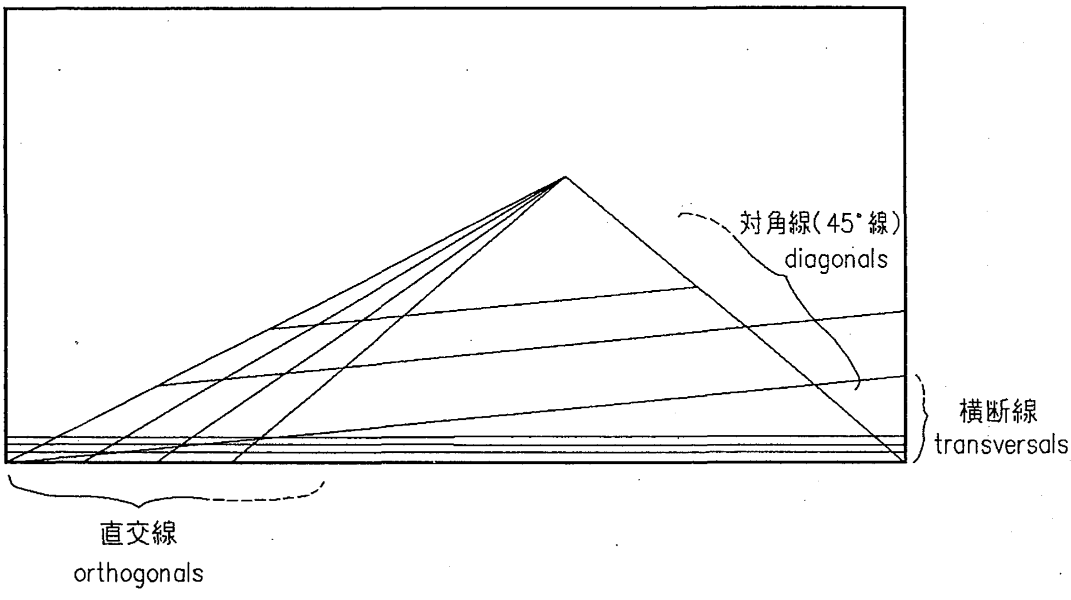
議論は重要な論点を中心に進めて行き，副次的なもの，憶測的なもの，また煩雑な数学的計算はできるだけ注に回してあるので，本文だけ読み進まれても構わない。本稿にはややまぎらわしい用語が登場するので，とりあえず挿図１ａから１ｄのようなかたちで整理しておく。また参考文献は文末にまとめて示してある。



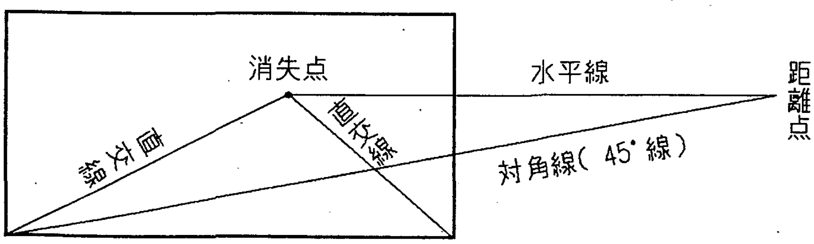
挿図１ａ　縁と枠



挿図１ｂ　三つの方向



挿図１ｃ　舗床の直線



挿図１ｄ

２．これまでの研究の不備

この素描の空間構成に関するこれまでの研究がどのような点で不十分であったのか，以下に重要なものをいくつか述べてみたい。

１°　構図の枠が不明確であった。

これまでの研究は本素描の構図の枠(特に上の枠)をどこに置くのかという問いかけをしないまま論じてきた。下の枠については碁盤目状の舗床の碁線(図版６のＡＢ)が紙葉の下の縁から１センチほどの所にあり，この線が構図全体の下の枠になることは容易に想像がつく。しかし上の枠については，紙葉の上の縁に接するようにして家屋の屋根や人物などが描かれているため，上の縁そのものが構図の上の枠であると思い込みやすい。しかし私の考えでは，下の枠と同じく紙葉の上の縁から１センチほどのところにある，シルバー・ポイント（銀尖筆）でかすかにひかれた横の直線（図版６のＣＤ）が上の枠となるのである（３－２°，５－Ｂ－３°参照)。

２°　消失点の決定方法が不明確であった。

画面中央のやや右上にある消失点が、どのような原理にもとづいて決定されたのかについては明確な解答が与えられていない。たとえば前述のKemp(1981)p.73は，消失点の位置が紙葉の幅の「黄金比にきわめて近い」が，これはレオナルドが計算の上でそうなったのか，それとも直感的にそうなったのかは判断できないと述べている(７節参照)。私の計測でも消失点が黄金比に近いことは確認されたが，それはあくまで「近い」のであって「一致する」わけではない。しかし本節の１°で述べた構図の枠が明確であれば，この消失点はきわめて簡単な整数比によって導き出すことができるのである（３－５°参照)。

３°　「モデュール」についての考察がなかった。

下の枠となる舗床の碁線は12等分されており，空間を構成する上でのモデュール(基本尺度)になることは容易に推測される。しかし，これまでの研究者にはこうしたモデュールから本素描の空間構成を考えてみようという視点が不思議なほど欠けていた。この12等分線を「モデュール線」，１区画分の長さＭを「標準モデュール」または単に「モデュール」と呼んでみる。

さらにモデュール線の左から８番目の区画に注目してみると，ちょうど消失点の真下にあり，しかも小さな針孔によって９等分されている(挿図７参照)。この９等分の点に注目した研究者はほとんどいないが，12等分線と同じくあるモデュールとして空間構成にかかわってくることも予想される（８－Ｂ－３°とその注参照)。

4° 4本の対角線（45度線）についての考察が不十分であった。

基盤目状の舗床上には左下から右上の方向に向かって、ほぼ碁盤目の角角を通る対角線（45度線）が4本引かれている（図版6；挿図15a，15b）。この対角線は空間を構成する上できわめて重要な作図の補助線である。1－4°でふれたようにオリジナルでもきわめて観察しづらいこの4本の対角線については，Sanpaolesi (1954) が「およそ平行」であることに気づいていたが，なぜ通常の線遠近法と異なり平行であるのか，また空間構成上どのような役割を果たしているのかについては全く考察していない。しかしこの対角線を詳細に検討してみるならば，これまで指摘されたことのない全く新しい遠近法をレオナルドがこの素描で試みている可能性がでてくるのである（12節参照）。

またレオナルドは左利きのため通常右下から左上の方向に対角線をひくのに対して，この素描では左下から右上の方向に引かれていることに対しても，これまでの研究者は何の疑問も抱いていない（これについては9節参照）。

5° 使用された筆記具についての考察が不十分であった。

本素描に引かれた線の多くはペンとビスタbistroによるものであるが，ほかにもスティルス（鉄筆）やシルバー・ポイント（銀尖筆）など様々な筆記具が用いられて描かれている。複製写真ではそれらの区別がたいへん難しいが，オリジナルを観察しながらそれらを識別することは，この素描の構成原理を考えて行く上できわめて重要な手がかりとなるはずである。

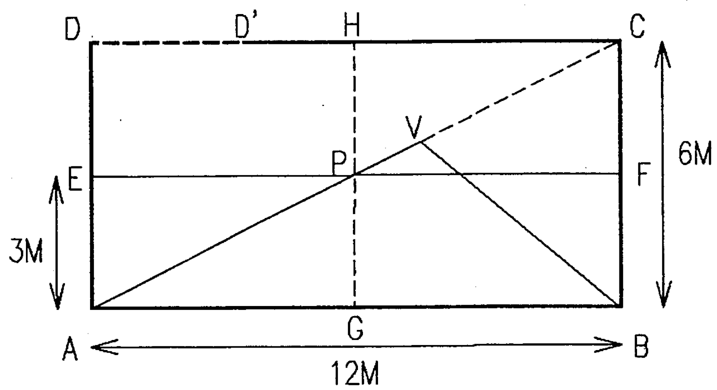
3．どのように見て行くか

以上述べたことから，これまでの研究がいかに不十分であったかが想像できよう。こうした不備については私自身この素描を観察しているうちに気づいたのであるが，今回の調査の結果どのような新しい事実が発見できたのかをここで簡単に述べておきたい。むろん紆余曲折しながら推論を進めたのであるが，ここでは理解しやすいように，できるだけ順序だてて述べてみたい。しかし断わるまでもなく，これはレオナルド自身の作図の順序というのではなく，あくまで本素描を見る上での重要なポイントの指摘にすぎない。より細かな観察と実際の作図の順序の推定は，II章の本論で扱う。〔本節では図版6をつねに参照されたい〕

1° 紙葉の下の縁近くにあるモデュール線（挿図2のAB）は12等分されており，その一区画の長さ（オリジナルではほぼ2.38センチ）をMとすると，舗床の横幅（モデュール線）は12Mとなる。

つぎに左の枠上における舗床の縦幅（挿図2のAE）を計ってみると，「正確に」Mの長さの3倍つまり3Mとなっている。〔なお実際の素描では挿図8a，bのように舗床の上辺EF'がやや右上がりの直線になっているため，舗床の右枠上の縦幅BF'は3Mよりはやや大

きいが，これについては本論5－B－2°などで詳しくふれる。またここでは右上がりの線EF'ではなく，挿図2のようにモデュール線に平行な線EFが碁盤目状の舗床の上辺であると仮定しておく〕



挿図2　構図の枠

2°前述したように本素描の構図の上の枠が決定的に重要な意味をもつのであるが，モデュール線から「正確に」6Mのところを見るとシルバー・ポイントのうすい横線が走っているのがわかる(挿図2のCD')。この横線については5－B－3°で詳述するが，シルバー・ポイントによる線のため複製写真では見えないことも多く，きわめて見落としやすい線であるが，作図の初期の段階で引かれた構図全体の上の枠を示す線とみられる。この上の枠と右の枠との交点をC，また左の枠との交点をDとしてみる。そうすると，構図の枠の横と縦の比は

AB：BC＝12M：6M＝2：1

となる。また舗床の占める空間とその上の空間の比はAE：ED＝3M：3M＝1：1となり，きわめて簡潔な比で構成されていることになる。

3°次に消失点Vとモデュール線の左端Aとを結ぶ線(直交線AV)を延長させてみると，ちょうど枠の右上の点Cにぶつかる(挿図2のAVC)。このことからも，2°で述べた上の枠CDおよび全体の枠ABCDが必然性をもってくる。なおABとCDの中心GとHを結んだ線分GHは，直交線AVとPで交わるが，このPはEFの中心でもあり，構図の枠ABCDの中心といえる点である。

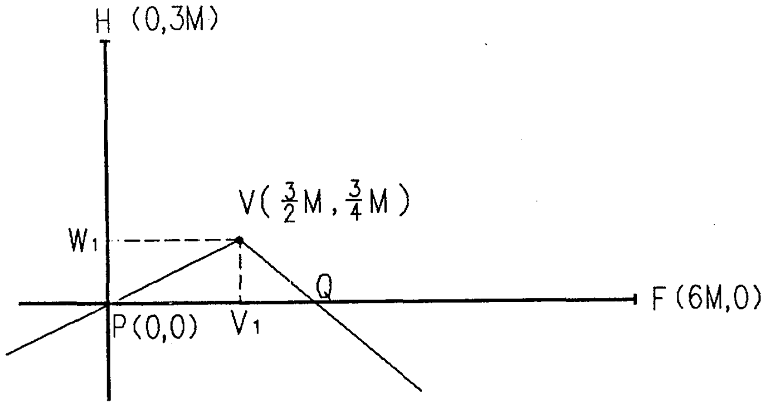
4°前述したように消失点が構図全体のなかでどのような位置にあるのかはきわめて重要な問題である。消失点は枠の対角線AC上にあるだけでなく，中心Pからやや右上に離れた位置にあるが，それはどのような計算にもとづいて決定されたのであろうか。

まず消失点Vが中心Pからみてどのような位置関係にあるかを計測してみる。挿図3のように消失点Vからの垂線が舗床の上辺EFと交わる点をV_1とすると，この点V_1はPからモデュールひとつ分とその半分の距離$M+\frac{1}{2}M=\frac{3}{2}M$である。つまり

$$PV_1=\frac{3}{2}M$$

同じようにして消失点Vから水平に引いた線が中心線GHと交わる点をW_1とすると，

$$PW_1=\frac{3}{4}M$$

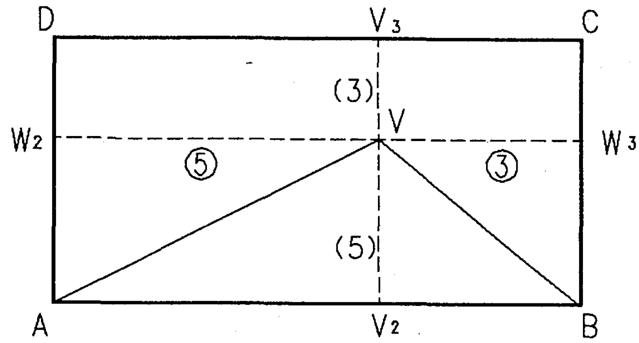


挿図３　消失点の座標

である。したがって画面ＡＢＣＤを中心Ｐを原点とするＸＹ座標と考えるなら（挿図３）

$$V\ (x,\ y) = (\frac{3}{2}M,\ \frac{3}{4}M)$$

となる。先に見た舗床の縦幅ＡＥの長さ３Ｍを基準にすると，その$\frac{1}{2}$，$\frac{1}{4}$の値が消失点のｘ座標，ｙ座標となっている。



挿図４　消失点の比

５°次に消失点Ｖは構図の枠ＡＢＣＤの縦横をどのような比で分割しているかを調べてみると（挿図４），４°で述べたことから

$$W_2V : VW_3 = AV_2 : V_2B = 7\frac{1}{2}M : 4\frac{1}{2}M = 5 : 3$$

$$V_2V : VV_3 = BW_3 : W_3C = 3\frac{3}{4}M : 2\frac{1}{4}M = 5 : 3$$

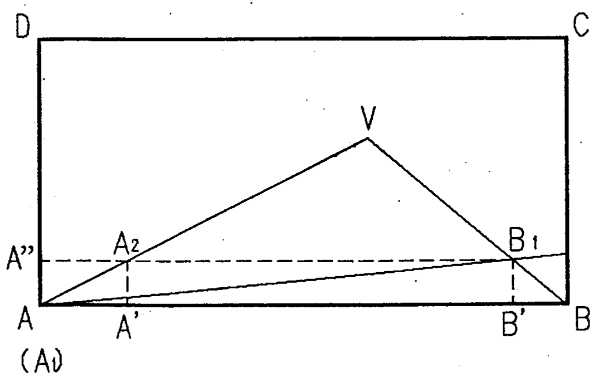
となる。つまり横も縦も５：３というきわめて簡単な整数比で分割していることがわかる。

６°モデュール線の左端Ａと消失点Ｖとを結ぶ線ＡＶは構図全体の対角線ＡＣと重なるだけでなく，４本の対角線（45度線）の起点ともなっている重要な直線である。この４本の対角線のうち，挿図５のように点A_1（Ａに同じ）からのびる最前景にある対角線がＢＶと交わる点をB_1とし，B_1からの垂線とＡＢとの交点をB'とする。B_1B'の長さを計ってみると，「正確に」モデュールＭの長さである。つまり

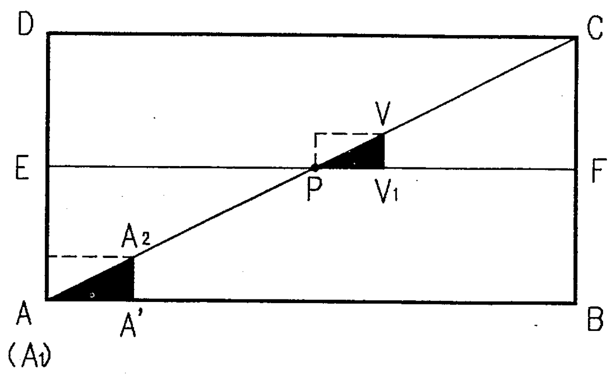
$$B_1B' = M$$

この対角線A_1B_1は碁盤目状の舗床一個一個を画面上に表現する場合の奥行きの幅を決定するので，空間構成上きわめて重要な役割を果たす。

また二番目の対角線の始点となる点A_2は，モデュール線ＡＢからの距離がB_1と同じく



挿図５



挿図６

Ｍであり，しかも左の枠からは２Ｍの距離にある。つまり挿図５に示すように

$$A_2A' = B_1B' = M$$

$$A''A_2 = A_1A' = 2M$$

であり，いずれもモデュールＭが基準となっている。

ここで点A_1，A_2，Ｐ，Ｖは枠ＡＢＣＤの対角線ＡＣ上にあるので，それらは比例(相似)関係の位置にある。たとえば（挿図６）

$$A_1A' : A'A_2 = PV_1 : V_1V = AB : BC = 2 : 1$$

7゜次に碁盤目状の舗床がいくつあるのかを丹念に数えてみる。横幅方向については，舗床の上辺ＥＦに並ぶ直交線の数から，60等分されているのがわかる(挿図22ｂ参照)。奥行き方向については横断線をかぞえてみると55区画であるが（８－Ａ－３゜；挿図15ｄの区画数の合計参照)，後述の私の仮説（８－Ｃ）に従うならレオナルドの当初の構想では横幅方向と同じく60の区画を予定していたと思われる(挿図22ｅ)。つまりレオナルドが構想していた空間は平面図に変換すると(挿図23ａ)，縦横60Ｍの方形空間であったと思われる。また描かれた建築物はこの平面図でみると，きわめて秩序だった比例関係に基づいて構想されていることがわかる（挿図23ｂ)。

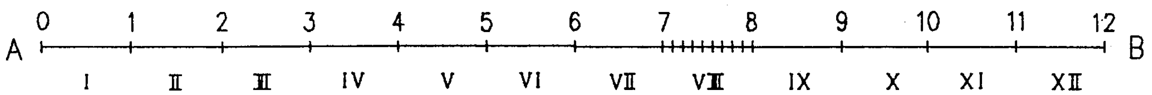
以上のようなおおまかな基本的観察から予想されるように，この素描はきわめて緻密な計算の上になりたったルネサンスの典型的な数理的空間のひとつである。次の本論においてはレオナルド・ダ・ヴィンチが実際におこなったと思われるおよその作図の順序と構成原理を再構築しながら，オリジナルの素描を観察した際の細かなデータをまとめてみたい。

II．本論——素描の観察，作図の順序，数理的秩序の解明

4．モデュール線

1°このモデュール線はスティルス（鉄筆）による切込み線であり，彩色はされていない。複製写真では有彩のインクのようにみえる場合があるが，これはへこんでいて影になるからである。

モデュール線ＡＢは12等分されているので，挿図７のようにその等分点をそれぞれ点１，２，——，11とする（また点Ａ＝０，Ｂ＝12とする）。これらの等分点からはそれぞれ碁盤目状の舗床の後退線つまり直交線が消失点Ｖに向かってのびている。二つの等分点にはさまれる線分をモデュールⅠ，Ⅱ，Ⅲ———，Ⅻと名づけてみる。



挿図７　モデュール線

2°モデュール線全体の長さは28.57センチほどで，２点にはさまれた線分の長さ（これをＭであらわし，標準モデュールまたは単にモデュールと呼ぶことにする）は，どれもほぼ2.38センチである。モデュール線の長さ12Ｍは当時のフィレンツェで使用されていた長さの単位に換算するとほぼ0.5 braccia a panno（６crazie＝１palmo）となる。

（注）寸法の計測。オリジナルの素描に直接定規などをあてることは許されないので，寸法についてはPedretti/Dalli Regoli (1985) 版の原寸大複製写真（ファクシミリ）を用いた。なおオリジナルからやや離れて間接的に計測してみたが，肉眼で見る限りオリジナルとファクシミリは（当然のことながら）同寸法であることも確認できた。

0,05センチ以下の誤差については肉眼では判断が難しいが，モデュールⅠ，Ⅲ，Ⅺの長さについては平均よりやや長く2.40センチほど，モデュールⅣは平均よりやや短く2.35センチほどである。これらの差異は，拡大写真で計測するとめだつが，0.05センチ以下の差異なので，オリジナルやファクシミリを肉眼で見る限りほとんど気づかない。これはレオナルドが作図する過程で生じたきわめて小さな誤差であって，むろん意図的なものとは考えられない。

オリジナルの紙葉の縁は四隅を中心にかなり傷んでおり，上の縁がやや曲がっている状態なので，計測が難しい。四隅の欠けた部分を補った最大幅を示すと，上28.87センチ，下29.03センチ，左16.35センチ，右16.25センチほどである。

Degl'Innocenti (1978) p.282によれば，紙面の横幅（290ミリとしている）は当時のフイレンツェの長さの単位に換算すると0.50 braccia a panno fiorentinoまたは６crazieにあたるという（ふつう１braccia a panno＝58.36センチとされるが，当時の度衡量は現在のようには厳密でなく、地域によりまた計る対象によりさまざまであった)。おそらくレオナルドはこの素描ではcraziaという単位を基準にしたの

であろう。というのもモデュール線は12等分されているので，標準モデュールMの長さはほぼ0.5 crazie となるし，さらにこの横幅6 crazieは後述のように碁盤目状の舗床の上辺ＥＦを60等分する時にもはなはだ都合のよい長さとなるからである。なおブルネレスキが制作したフィレンツェ洗礼堂の板絵（現在消失）はほぼ0.5 braccia四方であったという。

3°点0から11まですべてに針孔があるが，12(点B)は紙面の右下端が損傷しているため(裏側より紙をはり修復してある）針孔の跡はない。

(注) 11のみ針孔が横に2つ並んでいるが，直交線と結ばれているのは右側の方であるので，これを点11とする。9は針孔が縦に2つ並んでいるようにも見えるが，実際には1つである。

7と8の針孔が他に比べやや大きく見える。ただし裏側から見ると4と8がかなり大きく，6と7がやや大きい。

ほとんどの針孔から髭状の不規則な線がのびている。1，2，3，からは斜めの線，5，6，7，8，9からはほぼまっすぐな線がでている。これは，モデュール線も針孔も無彩で不明瞭のため，点の位置をわかりやすくするために記した，なぐり書き的な目じるしかもしれない。

4°点7と8の間のモデュールⅧは無彩の8個の針孔によってきわめて正確に9等分されている。これらのうち左から5番目が最も大きい孔で，4，6番目がやや大きい。なお8番目は複製写真などではよく見えないが，オリジナルには孔（もしくはへこみ）がある。

この9等分されたモデュールⅧは消失点の真下にあり，なんらかの小さなモデュールになっている可能性が考えられる。この9等分された長さをｎで表し，小モデュールと呼ぶことにする。つまり$n = \frac{M}{9}$である。〔このｎについては，8－B－3°とその注でふれる〕

5．構図の枠

A．左と右の枠

モデュール線（下の枠）の両端A，Bから左右の枠は，必然的に決定される。紙葉の左の縁から2ミリほどのところにシルバー・ポイントによる1本の垂直線ＡＤが描かれている（図版4，6）。このＡＤの下半分には多数の針孔があり，舗床の線の起点となっているので，これが左の枠となるのはきわめて明瞭である。

左の枠に比べると右の枠はいささか不明瞭である(図版5)。4－3°で述べたように点Bそのものが破損しているのに加え，右の縁近くにはシルバー・ポイントによる線が2本見られる。つまり右の縁から1ミリほど内側のところに1本目の線があり，さらに内側0.5ミリほどのところに2本目の線がある。しかも下方4センチほどのところからは2本の線の境が不明瞭で，さらにその下半分ほどは紙葉そのものが破損しており，線が見えない。しかしよく観察してみると，より内側の2本目の線上には，左の枠と同じように多くの針孔があるので，これが右の枠となる。さらに右の枠の下の方を線を引いて補ってみると，その下端はモデュール線ＡＢと直交線ＶＢの交点Bと一致する（図版6）。

(注)　なお本素描の紙葉の縁全体を正確に複製した図版は少ない。Pedretti/ Dalli Regoli (1985) のファクシミリか「フィレンツェの美術」(1991) p.842の比較的大きな図版を参照されたい。

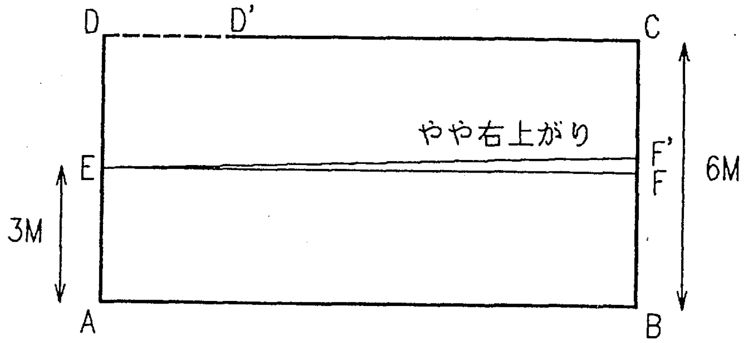
B．上の枠および舗床の上辺

左右の枠については，上述のようにモデュール線からいわば必然的に決定されるが，上の枠については素描を一見しただけでは全く不明瞭である。この上の枠の決定に密接に関連するのが「碁盤目状の舗床の上辺ＥＦ」である（挿図８ａ）。

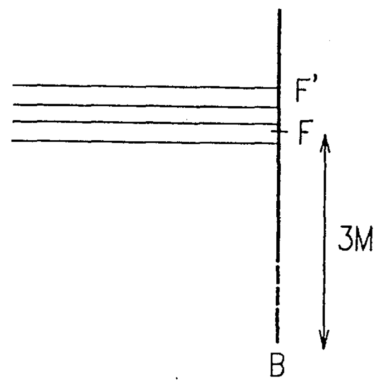
1°　すでに３－１°でも述べたように，モデュール線の左端Ａから左の枠上で正確に３Ｍ(ファクシミリでほぼ7.10センチ)の距離にある点Ｅは，碁盤目状の舗床の左上端となっている。この点Ｅには針孔がある。

2°　これに対し碁盤目状の舗床の右上端の点であるＦ′は，モデュール線の右端Ｂから測ると３Ｍよりやや上方（ファクシミリでほぼ7.4センチ）にある。つまり碁盤目状の舗床の上辺ＥＦ′はモデュール線に対してやや右上がりの直線となっている。これは後述するように（９節参照）レオナルド・ダ・ヴィンチが碁盤目状の舗床の横線をモデュール線側から順次引いてきた過程で誤差が生じたためと思われる。モデュール線を含めると56本あるこの横線は図版７のように右端と左端を切ってつなげてみれば明らかなように，作図を進めて行く過程でじょじょに生じた誤差であることがわかる。

ここで，(挿図８ｂ参照)碁盤目状の舗床の右上端Ｆ′から数えて３本目と４本目の横断線にはさまれた部分を観察してみるとＥと同じ様な針孔があり（複製ではむろん見えないがオリジナルにはある)，この孔を点Ｆとし，モデュール線の右端Ｂから距離ＢＦを測ってみると正確に３Ｍである。



挿図８ａ　舗床の上辺



挿図８ｂ

したがってレオナルドはモデュール線の両端Ａ，Ｂからそれぞれ３Ｍの点Ｅ，Ｆに針孔でしるしをつけ，碁盤目状の舗床の上辺とするはずであったが，実際に作図をする段階で

誤差が生じ右上がりの線ＥＦ′ができあがったと思われる（以下特に断わらない限り碁盤目状の舗床の上辺はＥＦ′ではなくＥＦであるとして議論をすすめてゆく）。

3°　次に点Ｆから上方に３Ｍ（つまりＢから６Ｍ）の点Ｃをよく観察してみると，わずかにではあるが線状のへこみがある。

さらに点Ｃから左方向を見ると１本のシルバー・ポイントによる直線がかすかにではあるが引かれているのがわかる（図版５，６）。オリジナルでも肉眼では見えにくいが，この直線は挿図８ａのようにＣから９Ｍほど離れた点Ｄ′まで連続して引かれている（オリジナルの紙面を正面から見るのでなく，Ｃから Ｄ′の方向に眼を向けて観察するとシルバー・ポイントの線がかなりはっきりと見ることができる。またよくできた複製写真ならば同様にして見ることができる）。

線分ＣＤ′を左に延長し，左辺ＡＥの延長線とぶつかる点をＤとしてみる（この点Ｄには針孔やへこみは見られないが，すぐ上方はかなり損傷している）。ＤとＤ′の間は肉眼で見る限り直線らしきもので結ばれていないが，モデュール線ＡＢから６Ｍの距離に平行線ＣＤがあると仮定してみる。

この直線ＣＤは紙葉の上方の縁から１センチほどのところにあり，モデュール線ＡＢが紙葉の下方の縁から１センチほどのところにあるのと呼応する。

（注）　上の枠をしめすシルバー・ポイントの線が不明瞭にしか図示されていないのは，構図の下半分が碁盤目状の舗床や建造物で埋められている極めて重要な空間であるのに対し，上半分は付随的な空間にすぎないため，枠としての役割もさほど果たしていないためであろうか。直線ＣＤより上方に小屋や人物，廃虚などの一部が描き込まれているが，これらは最初から構想されていたと言うよりも，基本的な空間構成の作図がなされた後で追加されたいわばはみ出し部分と考えられる。

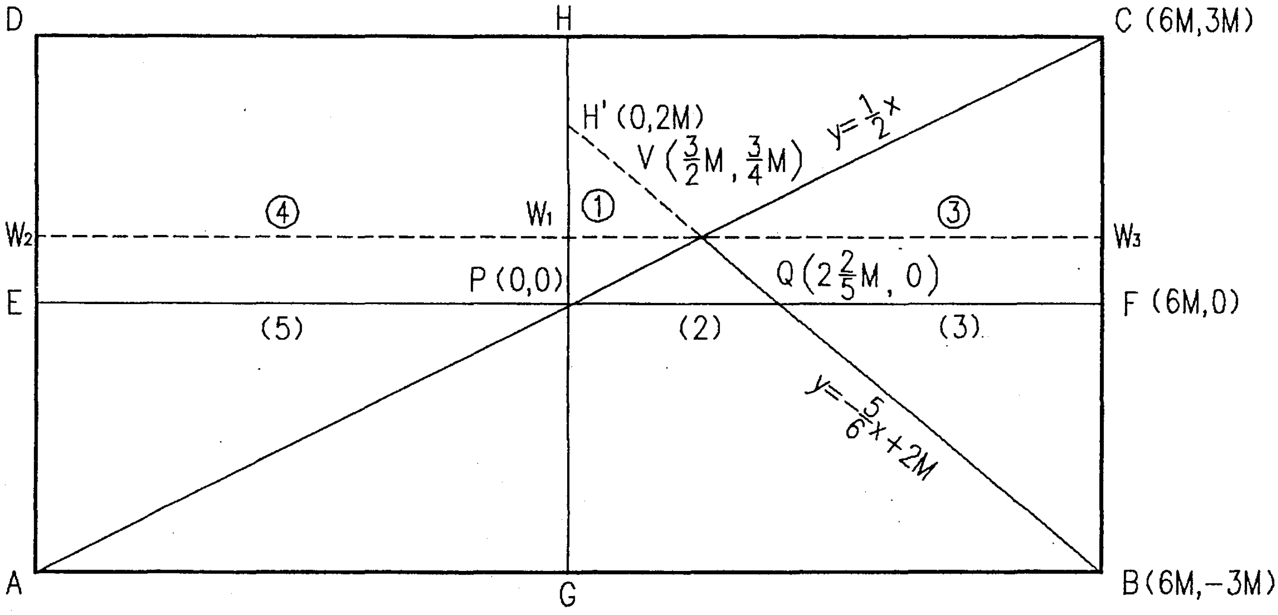
4°　以上のことをまとめると，直線ＣＤは，（１）右の枠ＢＣや左の枠ＡＤと同じくシルバー・ポイントで引かれている。（２）モデュール線ＡＢと同じく紙葉の縁から１センチほどのところにある。（３）ＡＢとＣＤは距離６Ｍの平行線であり，その中央に直線ＥＦが走り，下半分の四角形ＡＢＦＥは碁盤目状の舗床が占める空間となっている。[また次の６節で述べるように（４）消失点とモデュール線の左端Ａとを結ぶ直交線ＡＶをさらに延長させると点Ｃにぶつかる。（５）消失点の位置は枠の横幅を５：３に分割するが，縦幅を同じく５：３に分けるのはＣＤがＡＢから６Ｍの距離にある時である。]こうしたことからＣＤは上の枠と考えられる。

６．消失点

1°　画面の中心といえる点は，モデュール線の中央の点６の上方にありかつ直線ＥＦ上にある点Ｐである。消失点Ｖはこの中心Ｐのやや右上にあるが，厳密に計測してみると３－４°

で述べたように，中心Pから右に$\frac{3}{2}$M，上に$\frac{3}{4}$Mの位置にある(挿図3)。このような表現では消失点の位置は煩雑にも思えるが，3－5°で述べたように消失点Vが枠の縦，横をともに5：3の比に分割していると考えるならばきわめて明快となる(挿図4)。

2°この消失点Vの位置は次のように考えることもできる。つまり挿図9aのように画面を上下に二等分する線分EFを5：2：3の比に3分する点をP，Qとし，モデュール線の両端A，Bと結ぶ。この線分AP，BQをそれぞれ延長して交わる点Vが消失点である。このことは10節で詳述するように，素描を見るとEFは60等分され，EP：PQ：QF＝30：12：18＝5：2：3となっていることで確認できる。



挿図9a　消失点の解析と比（横）

(注)　消失点やP，Qの位置は素描の観察と計測から明らかであるが，両者の関係は次のような解析幾何から導くこともできる。(挿図9a)。

素描をPを中心とするXY座標と考え，消失点Vの座標を（$\frac{3}{2}$M，$\frac{3}{4}$M）とする。このとき点P，Vを通る直線ACの方程式は$y=\frac{1}{2}x$，B，Vを通る直線BVの方程式は$y=-\frac{5}{6}x+2M$となる。Qの座標を求めると，Q（$2\frac{2}{5}$M，O）となるから

$$EP:PQ:QF=6M:2\frac{2}{5}M:3\frac{3}{5}M=5:2:3$$

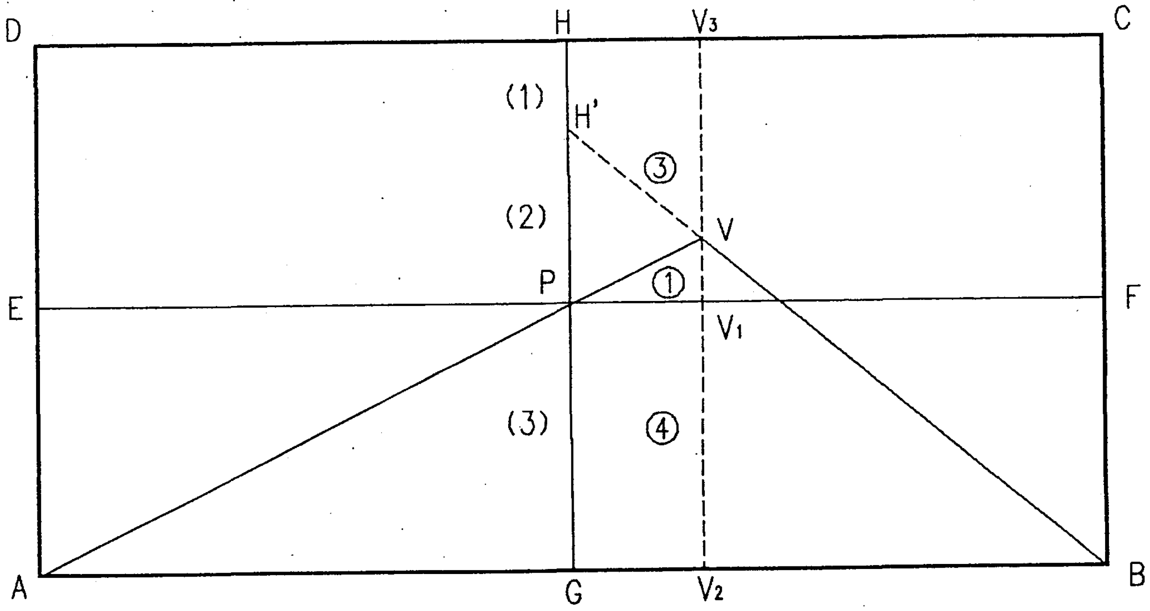
逆にEP：PQ：QF＝5：2：3ならば，直線ACとBVの交点Vの座標を求めるとV($\frac{3}{2}$M，$\frac{3}{4}$M)となる。なお

$$W_2W_1:W_1V:VW_3=6M:\frac{3}{2}M:4\frac{1}{2}M=4:1:3$$

また挿図9bに見るように，

$$V_2V_1:V_1V:VV_3=3M:\frac{3}{4}M:2\frac{1}{4}M=4:1:3$$

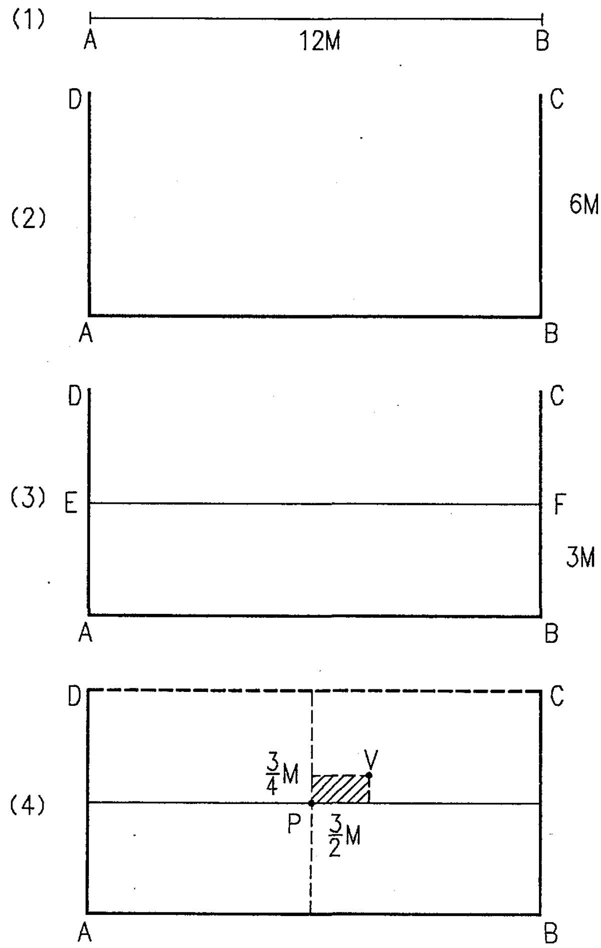
$$GP:PH':H'H=3M:2M:M=3:2:1$$



挿図９ｂ　消失点の比（縦）

3° したがって消失点は（１）中心Ｐから右に$\frac{3}{2}$M，上に$\frac{3}{4}$Mの点としてもよいし（２）ＡＢとＢＣをそれぞれ５：３の比に分ける点V_2，W_3からも得られるし(３)ＥＦを５：２：３：の比に分ける点Ｐ，Ｑから導くこともできる。レオナルドがどの方法を採用したかは定かではないが（５：３の比に分けるのが最も簡単と思われる），これら３つの方法は互いにひとつが成立すれば他も成り立つ同値関係にあり，いずれも簡単な整数比あるいは有理数の値から消失点が求められることを示している。

（注１）　この消失点はまた対角線ＡＣ上でかつ直線ＥＦから上に$\frac{3}{2}$Mの距離にある点と考えることもできるし、あるいは対角線ＡＣ上でかつ右の枠ＢＣから４$\frac{1}{2}$Mの距離にある点と考えることもできるが，こうした決定方法は蓋然性に欠けると思われる。ひとつの仮説としてつぎのような過程をへて

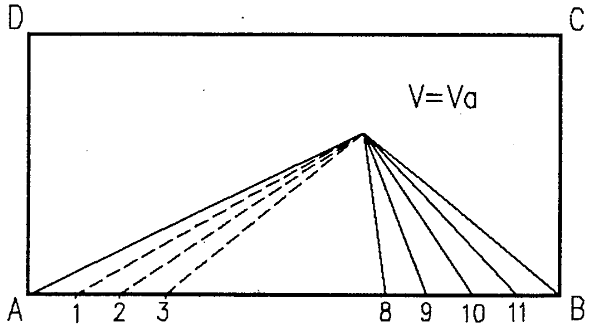


挿図10

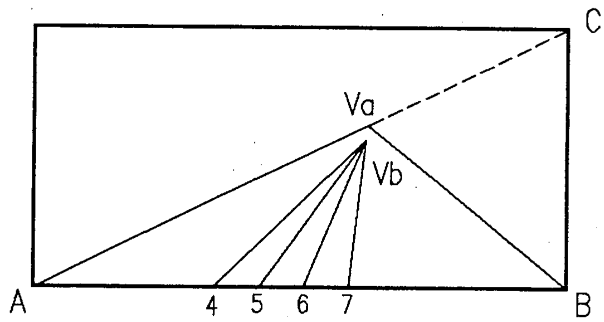
決定されたと考えることもできる（まわりくどい解釈であるが）。つまり（挿図10（1）—（4）参照），（1）モデュール線ＡＢの長さを12Mとする。（2）モデュール線の半分の長さ６Mを左の枠ＡＤと右の枠ＢＣの長さとする。（3）ＡＤ，ＢＣをそれぞれ二等分する点をＥ，Ｆとし（ＡＥ＝ＥＤ＝ＢＦ＝ＦＣ＝３M），これらを結ぶ線分ＥＦを碁盤目状の舗床の上辺とする。（4）この３Mの半分の長さ$\frac{3}{2}$M，およびそのまた半分の長さ$\frac{3}{4}$Mを中心Ｐからそれぞれｘ軸，ｙ軸方向にとった点を消失点Ｖとする。以上述べた過程は，モデュール線の長さ12Mから出発し順次半分の長さ（12M→６M→３M→$\frac{3}{2}$M→$\frac{3}{4}$M）をとってゆくことで作図されることを示している。またＰとＶのつくる四角形は枠ＡＢＣＤと相似形で横と縦の比が２：１である（挿図10（4）参照）。

（注２） Pedretti (1979) は，消失点が素描中央からずれているのは素描のさらに右側に「降誕」の場面を予定していたからと述べている。その理由として左の空間が階段などによって閉ざされているのに対して，右側は開かれており，また右端近くの柱に寄りかかっているひとりの牧者らしき人物が覗いているのは，降誕の場面だろうと述べている。確かに板絵でも右上に小屋らしきものがあり（13－Ａ－１°参照），右側に降誕の場面が予定されていた可能性は十分考えられるが，本素描における消失点の比例論的な位置の説明にはならない。また柏木氏（1990）p.411は，「板絵」の方の遠近法について，「前景から廃墟へ，そして右奥へという流れを作り出すために，わざと右寄りの遠近法を利用している」と述べているが，Pedrettiと同じく数理的な分析は行なっていない。

４°消失点が決定されたならば，次の段階ではモデュール線上の点Ａ（0），１，２，３，------，11，Ｂ（12）と消失点を結ぶ13本の直交線が引かれたに違いない（挿図11ａ）。



挿図11ａ　直交線



挿図11ｂ　直交線

（注）消失点をよく観察してみると，２つの点がほぼ上下に0.5ミリほど離れて並んでいる（挿図11ｂの消失点Ｖｂの位置はやや誇張したもの）。上をＶａ，下をＶｂとしてみると，Ｖａには強い針孔があり，Ｖｂには孔がなくインクの印のみのようである。また枠ＡＢＣＤの対角線ＡＣ上にあるのはＶａの方なのでＶａを消失点Ｖとする。

Ｖａにはモデュール線上の点Ａ，８，９，10，11，Ｂからの直交線が集まり，Ｖｂには点４，５，６，７からの直交線が集まっている。以上の直交線は比較的濃いインクで引かれ，７から11の一部にはペンのくいこみもあり，特に６の直交線は紙葉の裏から見ると，全体にわたってきわめて強い切り込みがある。１，２，３からの直交線はインクが薄く，判断が難しいがＶａに集中しているようである。

この２つの消失点は意図的なものとは無論考えられず，レオナルドが直交線をたとえばＡ→（Ｂ，11，10，９，８）→（７，６，５，４）→（３，２，１）のようなグループ順に消失点とむすぶ過程で，小さなミスを犯したのであろう。

7．黄金分割との関係

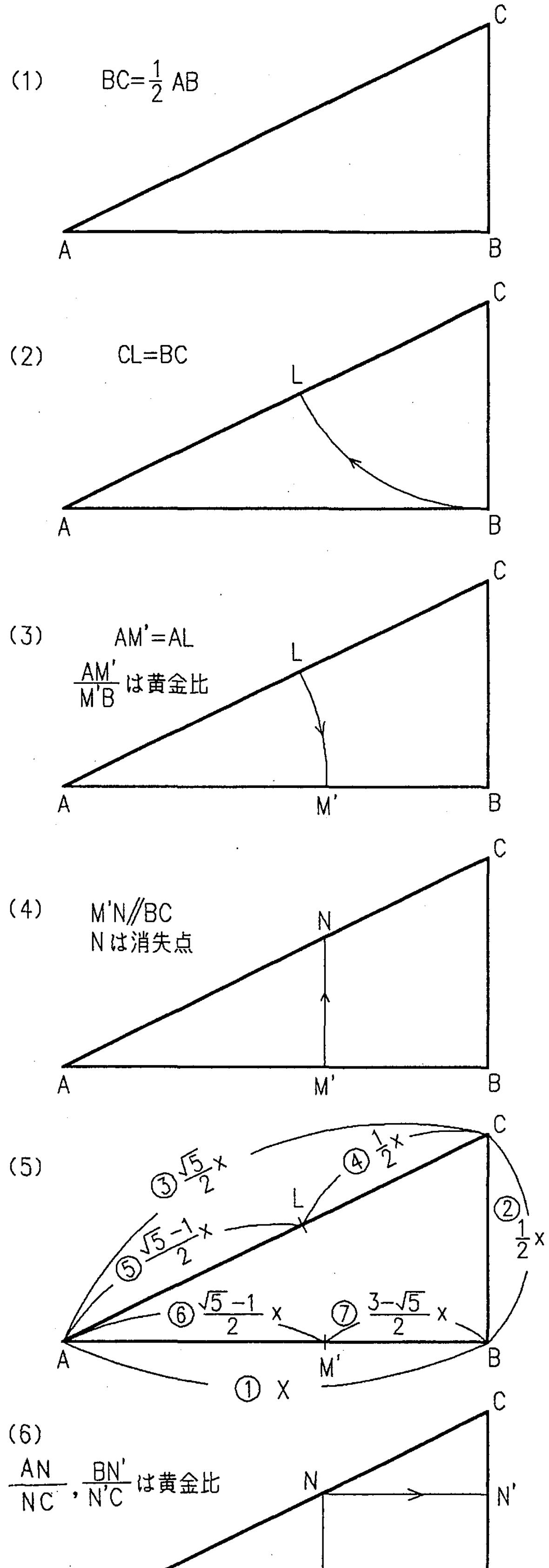
1°　消失点に関してKemp (1981) は，(紙面の) 両端と消失点の位置関係が黄金比に「きわめて近い」が，それが計算にもとづくのか，それとも直感によるものなのかは判断できない，と述べている。どのような計測と作図による推定なのかについてはいっさい触れていない。Pedretti/Dalli Regoli (1985) も「黄金比に近い」と述べるだけで，それ以上の分析をしていない。

(注１)　原文。Kemp (1981) p.73: The focus of the perspective scheme is placed to the right of centre in such a way that the ratio of the distances between the two edges and the vanishihg point is very close to the golden mean; that is to say in geometrical terms the ratio made when a line ＡＢ is divided at Ｃ in such a way that Ｃ Ｂ：ＡＣ＝ＡＣ：ＡＢ. There is no way of telling whether this placement is calculated or instinctive, although we do know that the mathematics of such divine ratios were later to hold considerable fascination for him.

Pedretti/Dalli Regoli (1985) p.57: Leonardo scelse di proposito una collocazione decentrata per il punto di fuga, comunque non a caso, bensì secondo una partizione che, pur con qualche approssimazione, è conforme al rapporto aureo.

Kempなどの仮説は，構図の「枠」を明確にしていないまま議論をしているところに決定的な欠点があると思われる。ここでは５節で示した「枠」に従って，黄金分割を考えることにする。

本素描の消失点との関連において黄金比を求める最も簡便で可能性のある作図法は次のようなものであろう (挿図12)。(１) 線分ＡＢの一端ＢでＡＢの半分の垂線を立て直角三角形ＡＢＣ



挿図12　黄金分割

をつくる。（2）次にその斜辺ＣＡ上に垂線ＢＣと同じ長さの点Ｌをとる。（3）斜辺上の線分ＡＬと同じ長さをＡＢ上にとる（点M′）。こうして得られた点M′は線分ＡＢを黄金比に分ける。（4）ＢＣと平行にM′から垂線を引き，斜辺ＡＣと交わった点Ｎを消失点とする。

（注2） 点M′がＡＢを黄金比に分けていることは次のようにして証明できる。挿図12の（5）においてＡＢの長さをＸとすると（①），その他の線分の長さは②③④⑤⑥⑦の順序で求めることができる。このとき

$$\frac{AM'}{M'B}=\frac{\sqrt{5}-1}{2}X\div\frac{3-\sqrt{5}}{2}X=\frac{1+\sqrt{5}}{2}=1.6180339\cdots \text{（黄金比）}$$

また $$\frac{AB}{AM'}=X\div\frac{\sqrt{5}-1}{2}X=\frac{1+\sqrt{5}}{2}=1.6180339\cdots \text{（黄金比）}$$

また $$(AM')^2=\left\{\frac{\sqrt{5}-1}{2}X\right\}^2=\frac{3-\sqrt{5}}{2}X^2=M'B\cdot AB$$

これらの値や等式はいずれも点M′が線分ＡＢを黄金分割していることを示している。

（注3） 挿図12の（4）で得られた消失点ＮはＡＣをも黄金分割する。また挿図12の(6)のようにＡＢと平行にＮから直線を引き，ＢＣと交わった点をN′とすると，$\frac{BN'}{N'C}$も黄金比である。

証明：挿図12の（6）において

$$\frac{AN}{NC}=\frac{AM'}{M'B} \text{（注2で見たように黄金比）}$$

$$\frac{BN'}{N'C}=\frac{AN}{NC}=\frac{AM'}{M'B} \text{（注2で見たように黄金比）}$$

2°次に黄金分割によって作図された消失点Ｎを実際の素描における消失点Ｖと比較してみよう。挿図4で示した$W_2V：VW_3=7\frac{1}{2}M：4\frac{1}{2}M=5：3$あるいは$V_2V：VV_3=3\frac{3}{4}M：2\frac{1}{4}M=5：3$を小数で示すと$\frac{5}{3}=1.6666$---となり，黄金比1.6180--にきわめて近いことがわかる。また$\frac{W_2W_3}{W_2V}=12M\div7\frac{1}{2}M=\frac{8}{5}=1.6$，$\frac{V_2V_3}{V_2V}=6M\div3\frac{3}{4}M=\frac{8}{5}=1.6$となり，これらもまた黄金比にきわめて近い。

さらにここで注目されるのは$\frac{5}{3}$や$\frac{8}{5}$という比が有名な「フィボナッチ数列」{１，１，２，３，５，８，13，21，----}の隣り合う項の比の一部であり，この比の数列の極限値が黄金比に等しくなるということである（レオナルドにおける黄金分割とフィボナッチ数列については向川氏の論文（1991）を参照されたい）。

以上述べた事実はきわめて重要なことと思われるが，かといって本素描の消失点が黄金比によって決定されたと結論づけることは危険である。つまり消失点の位置が黄金比に「(きわめて) 近い」ということは，別の見方をすれば「(わずかながら) 一致しない」ということでもあるからである。

（注） 黄金比ならば$(W_2V)^2=(VW_3)\cdot(W_2W_3)$あるいは$(V_2V)^2=(VV_3)\cdot(V_2V_3)$となるはずであるが，

$$(W_2V)^2=\left(7\frac{1}{2}M\right)^2=56.25M^2$$

$(VW_3)\cdot(W_2W_3) = (4\frac{1}{2}M)\times 12M = 54M^2$

$(V_2V)^2 = (3\frac{3}{4}M)^2 = 14.0625M^2$

$(VV_3)\cdot(V_2V_3) = (2\frac{1}{4}M)\times 6M = 13.5M^2$

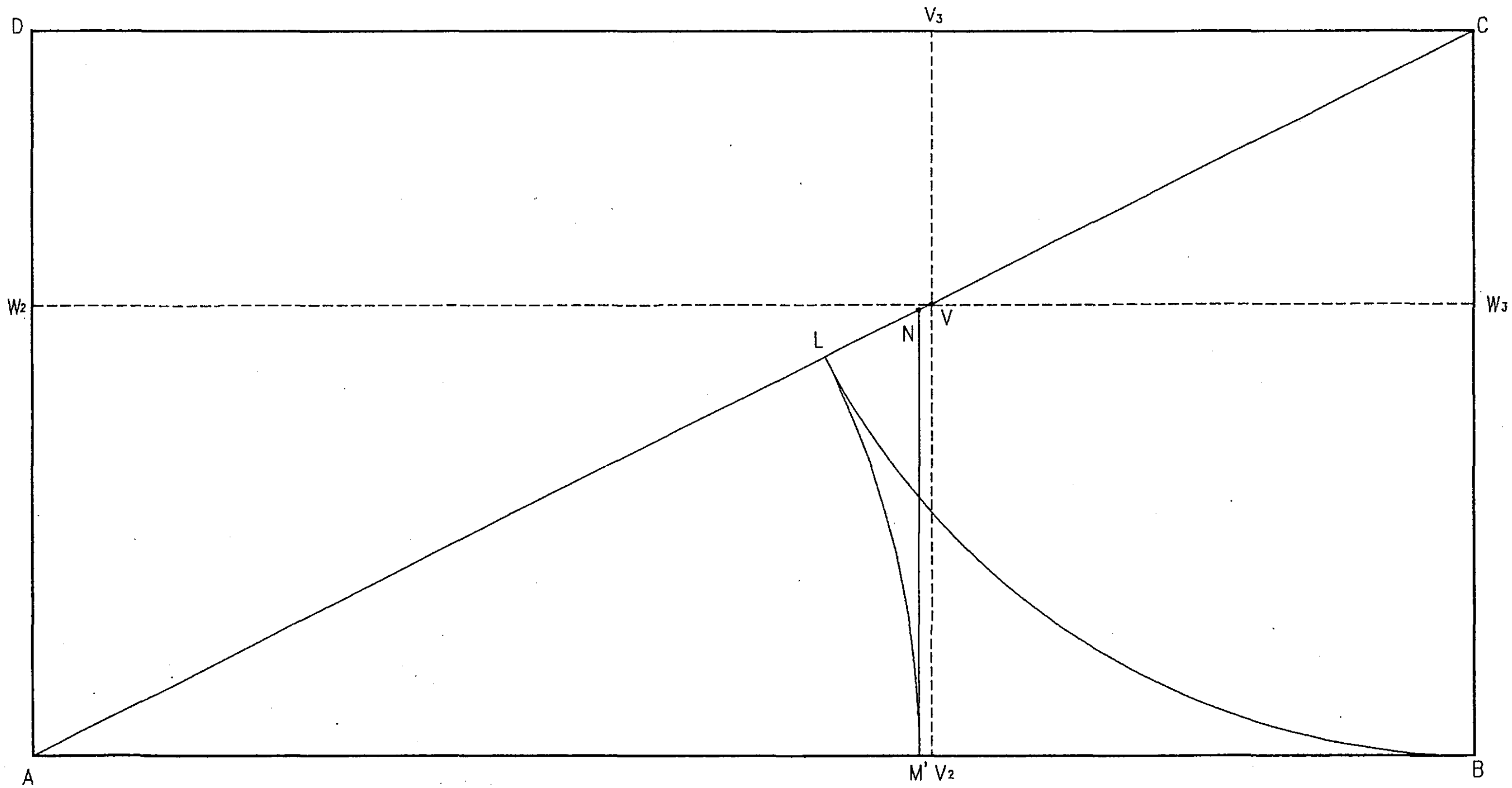
となり，いずれも一致しない。

3°このようなわずかな差をオリジナルの素描より「小さな」図で作図をしてみると挿図13のようになる(オリジナルでは12M＝28.57センチであるが，挿図13では12M＝16.95センチに縮小されている)。図から明らかなように実際の素描上の消失点Ｖは黄金比で求めた消失点Ｎよりもほんのわずかではあるが右上にある。このわずかなずれは，実際の素描上ではさらに大きくなり（素描では約２ミリのずれとなる；挿図14ａ)，見過ごせるものではなくなってくる。

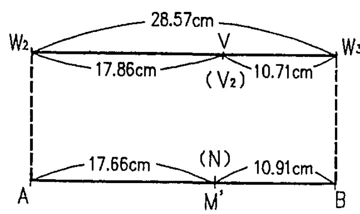
（注）モデュールMをつかってこのずれを計算してみると（挿図14ｂ）ＶはＮよりほぼ0.084M（約$\frac{8}{100}$M＝$\frac{2}{25}$M)ほど右にある。なおM＝2.38センチであるから誤差0.084M＝2.38×0.084＝0.19992センチ≒２ミリとなり上の値と一致する。

以上述べたＮとＶの横のずれは，ＡＢ上のM′とV_2のずれのことでもあるが，ＢＣ上のＮ′とW_3のずれも同様にして求めると（挿図14Ｃはやや誇張して差を示している)，誤差は0.042M（約$\frac{4}{100}$M＝$\frac{M}{25}$）で約１ミリである（挿図14ｄ)。

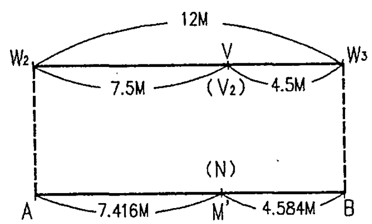
4°レオナルドは黄金分割の概念や作図法を早くから（すなわちこの素描が制作された第一フィレンツェ時代から)知っていたと思われるが，この素描の作図を見る限り黄金分割を厳密に適用することは難しい。本素描にみられるモデュール線12Mや舗床の上辺ＥＦの60等分点(後述10節参照）などを考慮するならば，黄金比1.618---のような無理数を導入するよりも，前述した５：３や５：２：３のような簡単な整数比から消失点を決定した方が自然な考え方といえよう(また素描を観察する限り，黄金分割の過程で作図される点Ｌ，M′，Ｎに相当する位置に針孔などの痕跡は見あたらない。モデュールⅧは前述のように９等分されているが，それらの針孔の位置はM′とはわずかにずれている)。しかし素描上の消失点Ｖが黄金比による点Ｎにきわめて近いこともまた事実なのである。おそらくレオナルドは「黄金比に近い簡単な整数比（５：３)」をこの素描の作図にとりいれたと考えられる。



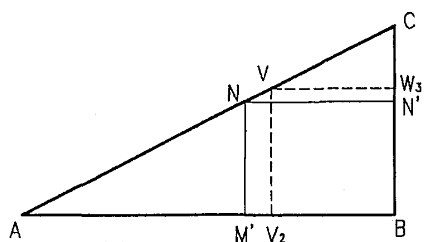
挿図13　消失点と黄金分割



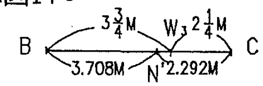
挿図14 a



挿図14 b



挿図14 c

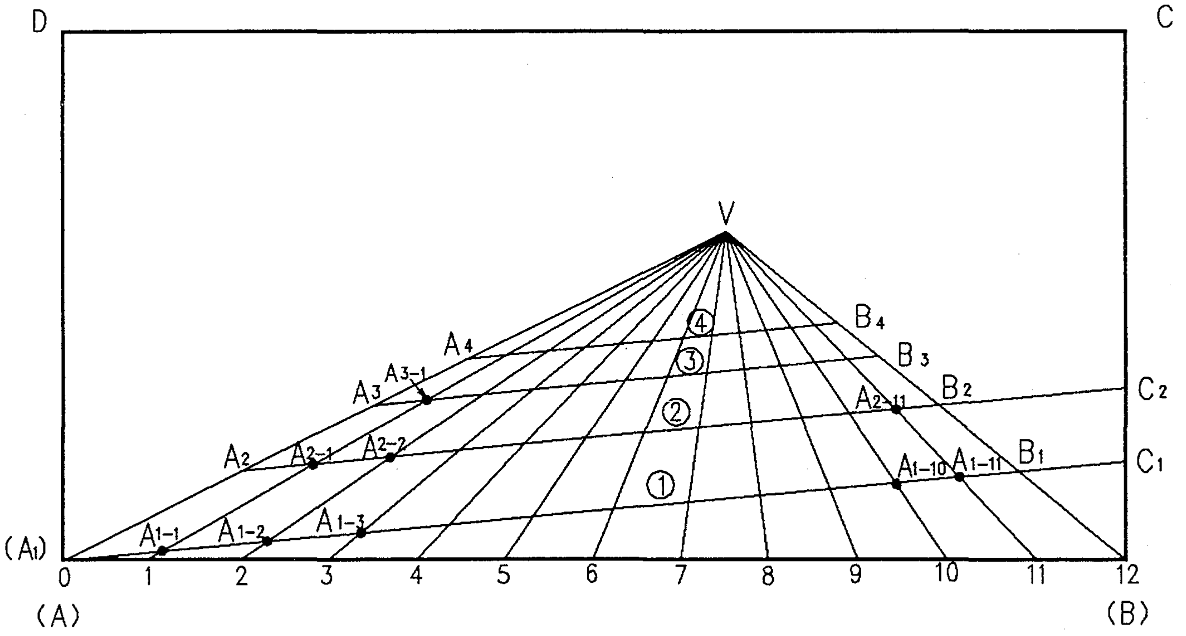


挿図14 d

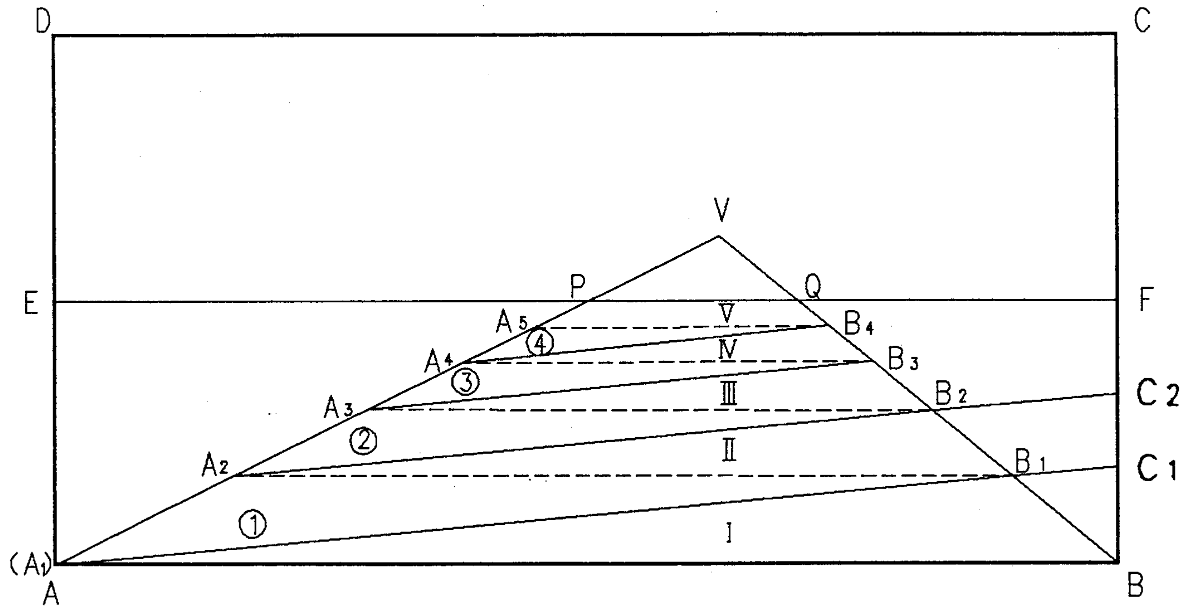
8．対角線（45度線）と横断線

本素描には碁盤目状の舗床を左下から右上に走る４本の対角線（45度線）があることはこれまで何度か指摘してきた（図版６）。Sanpaolesi（1954）p.41はこの４本の対角線の存在に気づいていたが，その始点と終点については言及しておらず，かれの挿図（図版14）でも始点と終点は不明確なまま，対角線が紙面いっぱいに引かれてしまっている。またこれらの対角線が空間構成上どのような幾何学的役割をしているのかについても，彼はいっさいふれていない。この対角線の問題は細心の観察と微妙な解釈が要求され，本素描においてもっとも難しい問題のひとつと思われるが，ここではまずオリジナルの観察結果を述べて，つぎにその分析と解釈に移ることとする。［なお本節の対角線と密接に関連する視距離の問題は12節で扱う］

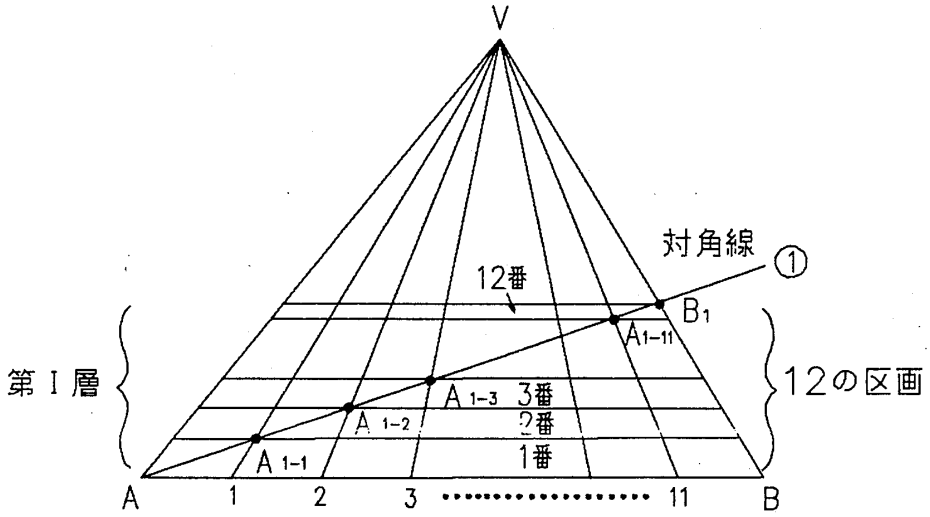
挿図15ａのように４本の対角線を手前から順に「対角線①，②，③，④」とする。モデュール線上の「点０，１，２，３，４，５，６，７，８，９，10，11，12」から消失点Ｖにあつまる直線を順に「直交線０，１，２，３，４，５，６，７，８，９，10，11，12」と名づける。４本の対角線が直交線ＡＶ（直交線０に等しい）と交わる点をそれぞれA_1（A_1は点０でもありまた枠ＡＢＣＤの左下端Ａでもある），A_2，A_3，A_4とし，直交線ＢＶ(直交線12に等しい)と交わる点をB_1，B_2，B_3，B_4とする。また対角線①が直交線１，２，---，11と交わる点をA_{1-1}，A_{1-2}，-----，A_{1-11}とし，対角線②，③，④が交わる点も同様に名づける。



挿図15ａ　４本の対角線



挿図15ｂ　対角線と５つの層



挿図15ｃ　第Ｉ層の横断線（簡略化してある）

層	区画番号	区画数
V	47~55番	9
IV	37~46番	10
III	25~36番	12
II	13~24番	12
I	1~12番	12

挿図15ｄ　５つの層と区画数

8－A．観察

1° 複製写真ではすべてペンとインクによる線のように見えてしまうが，対角線①は銀尖筆（シルバー・ポイント）と思われ（Sanpaolesi 1954, p.41は鉛尖筆か銀尖筆punta di piombo o d'argentoとしている），他の３本の対角線は鉄筆（スティルス）による切込み線のようである（不明瞭な部分もあるが，対角線②と③の中央部は明らかに無彩の切込みとなっている）。

2° 対角線①は，A_1からB_1を通り右の枠ＢＣまでのびており（その交点をC_1とする），同じく対角線②もA_2からB_2を通りC_2までのびている（C_1上とその周辺にはいくつかの針孔があるが，C_2上には針孔はない）。対角線①，②と直交線０，１，２，３，-----11，12との交点すべて（A_1，

A_{1-1}, A_{1-2}, A_{1-3}, ------, A_{1-11}, B_1 ; A_2, A_{2-1}, A_{2-2}, A_{2-3}, -----, A_{2-11}, B_2)に針孔がある。なお線分B_1C_1上や線分B_2C_2上にはそのような規則的な針孔は見あたらない。

対角線③の始点と思われるA_3およびA_{3-2}には肉眼で見る限り針孔はなかったが，他のA_{3-1}, A_{3-3}, ------, A_{3-11}, B_3にはすべて針孔がある。A_3とA_{3-1}を結ぶ線分も肉眼では見えないが，A_3の右側近くには斜めのやや強い切込み線が認められる。A_{3-1}とA_{3-2}の間にも切込み線らしきものがあるが，この辺りは後からインクで塗られているため観察が難しい。しかし他の対角線との比較から考えてみて対角線③の始点はA_3でありA_3からB_3までが直線で結ばれていると考えるべきであろう。

対角線④上の交点A_{4-1}, A_{4-2}------A_{4-11}, B_4にはすべて針孔がある。しかしA_4については，直交線0(つまり直交線AV)もはっきり見えないため，その位置さえ確認が難しいが，その近くまで連続した直線がのびているので，A_4を対角線④の始点と考えて良いであろう。

対角線③，④の終点はそれぞれB_3，B_4であり，対角線①，②がC_1，C_2まで延長されているのとは異なる。

(注) したがって4本の対角線は，Sanpaolesiの図解（図版14）のように紙面いっぱいに引かれているわけではないことにまず注意しなければならない。次にこれらの対角線の始点A_1, A_2, A_3, A_4や終点C_1, C_2, B_3, B_4がどのように決定されたのかを考えてゆくと，意外な事実がわかってくる。

3° B_1からモデュール線BAと平行に直線を引いてみると，直交線AV上の点A_2と交わることがわかる(挿図15bの破線B_1A_2)。同様にして破線B_2A_3，B_3A_4，B_4A_5を引くことができるので，これら4本の破線で分けられた5つの層(最下辺はモデュール線ABで最上辺は線分PQ)を下からそれぞれ第I層，第II層，第III層，第IV層，第V層と呼んでみる（挿図15b)。なお第V層には対角線はない。

第I層から第V層には多数の横断線が引かれている。これらの横断線は，直交線1，2，3，---，12と対角線①，②，③，④との交点(たとえば対角線①についてはA$_{1-1}$, A_{1-2}, ----A_{1-11}, B_1；挿図15cはこれをわかりやすく簡略化した図）を通りかつモデュール線ABと平行に引かれている。しかしこの交点と横断線との一致はあくまで原則であって，第I層，第II層ではかなり正確に守られているが，第III層から乱れはじめ，第IV層では全く不正確になっている。

(注1) 第I層ではA_{1-1}, A_{1-10}, 第II層ではA_{2-5}において横断線がわずかにずれているが，肉眼ではほとんど気にならない程度のものである。

次にそれぞれの層の区画の数（つまり碁盤目状の舗床ひとつひとつが奥行き方向に並んでいる数)を下から順に丹念に数えてみると(挿図15d)，第I層では1から12番までの12個，同じく第II層は13から24番の12個，第III層も25から36番の12個であるのに対して，第IV層では37から46番の10個，さらに第V層では47から55番の9個となっている。総数は55個である。

(注2) 私自身がオリジナルをかなり丹念に観察した後で気づいたことであるが，古くにThiis(1913)p.213が横断線の数を正確に56本と指摘しているのは驚きに値する（むろん56本ということは区画の数が55

個ということである)。しかしThiisは対角線の存在に気づいていないので，5層に分けて数えているわけではない。またDegl'Innocenti (1978) は区画数をなぜか平面図 (図版16) では62個とし (奥が7個多すぎる)，見取図(図版17)では54個としており(最前景が1個少ない)，一貫性がない。Degl'Innocentiはレオナルドの素描の無秩序ぶりを強調しているように見えるが，その無秩序の原因は彼自身の再構成の不正確さにも起因している。Veltman (1986) p.339は区画数を「約55」としている (10—2°の注参照)。

通常の線遠近法の法則に従えば，これらの区画の幅は下から上に行くにつれせばまるのが原則であるが，紙面が小さいためレオナルドはこの原則の遵守にかなり苦慮している。その結果として第Ⅳ層，第Ⅴ層では横断線がほとんど等間隔で引かれてしまっている(この横断線による奥行き表現の不整合性については8—C. で詳述する)。

4° 通常の線遠近法からのさらに大きな逸脱は4本の対角線 (45度線) が平行に引かれている点である。Sanpaolesi (1954) p.41-42は「互いにおよそ平行」quasi parallelo fra loro としているが，「正確に」平行とみて良い。

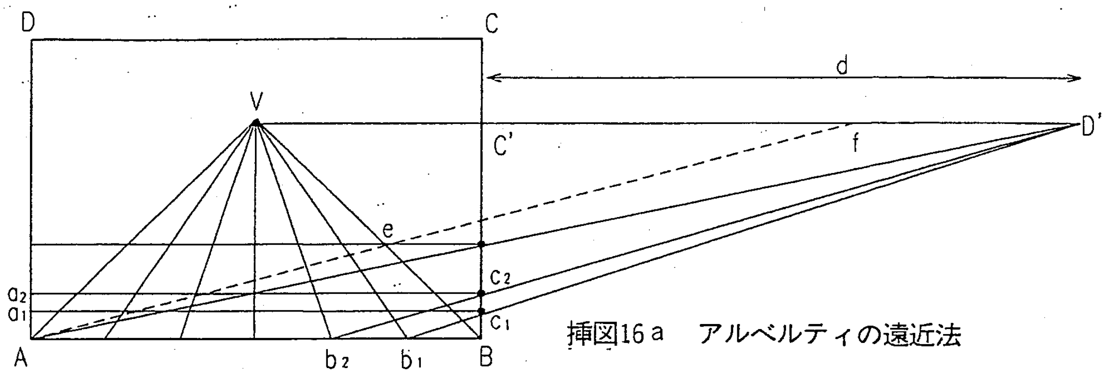
(注1) 4本の対角線は長さが異なるし，また幅の異なる横断線と交わって引かれているため，目の錯覚から一見平行には見えないが，計測してみると平行である。当初Sanpaolesiの指摘を見落としていたため，私自身平行であるとはなかなか気づかず，これらの対角線がどのような原理に基づいて引かれたのかについてかなり苦慮した。〔この対角線については12—1° の注も参照のこと〕

ここでレオナルドが本素描で用いている作図法を通常の線遠近法の作図法と比較してみる (挿図16a～d)。

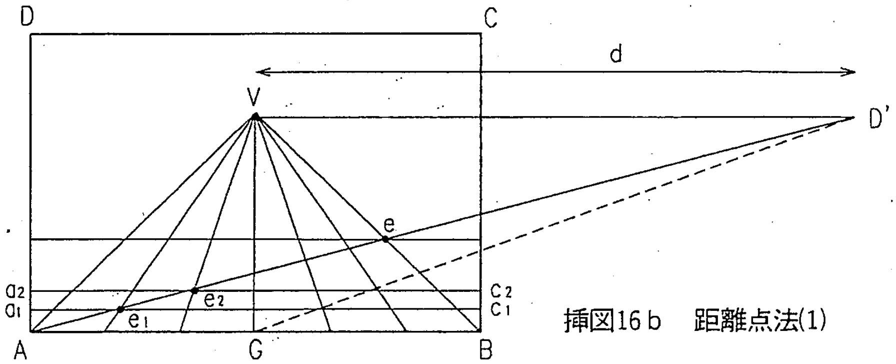
挿図16aはアルベティが『絵画論』で述べている方法である (すでによく紹介されていることなので詳述はさける)。C′D′を視距離dとすると，碁盤目状の舗床の一区画の長さBb_1，$b_1 b_2$---は画面BC上ではBc_1，c_1c_2…として投影されるので，画面上では舗床の横断線は$c_1 a_1$，$c_2 a_2$…のように表現することができる。こうしてできた舗床の対角線 (45度線) はAeのように一直線となる。

挿図16bの距離点法は(距離点法の発見の歴史についてはVeltman, 1986, pp.388—402に詳しい)，挿図16aの対角線Aeをさらに延長させ水平線VD'と交わる点をfとすると，Vf＝C′D′＝d (視距離) となる事実を利用したきわめて簡便な方法である。つまり碁盤目状の舗床の対角線(45度線)AD′を引き，消失点Vに集まる直交線との交点e_1，e_2…をまず求める。このe_1，e_2…を通りABに平行な直線が求める横断線$a_1 c_1$，$a_2 c_2$…である。図aと図bからはまったく同一の碁盤目状の舗床を求めることができるが，図aにおいては点c_1 c_2…が，図bにおいては点e_1，e_2…が作図の上で要となる点である。

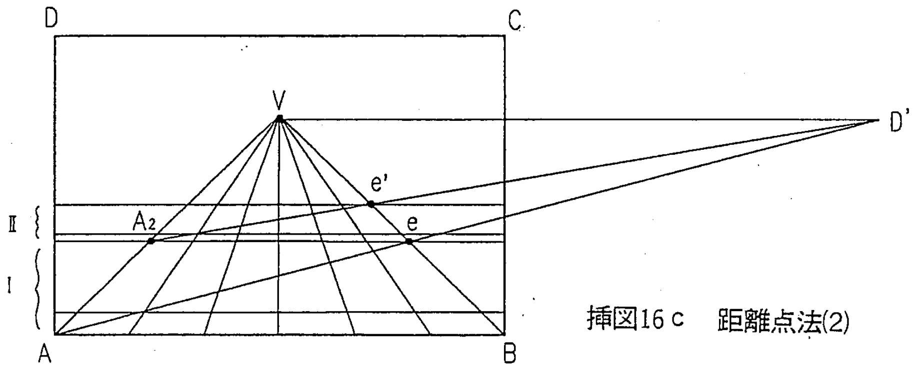
距離点法によって得られた舗床は，どこに対角線を引いてもD′に集まる (たとえば図bの対角線GD′)。さらに多くの舗床をつくるには挿図16cのように対角線AD′より上にもう一本の対角線A_2D′を引き，図bでのべたのと同じ順序で横断線を求めればよい(図cの第Ⅱ層



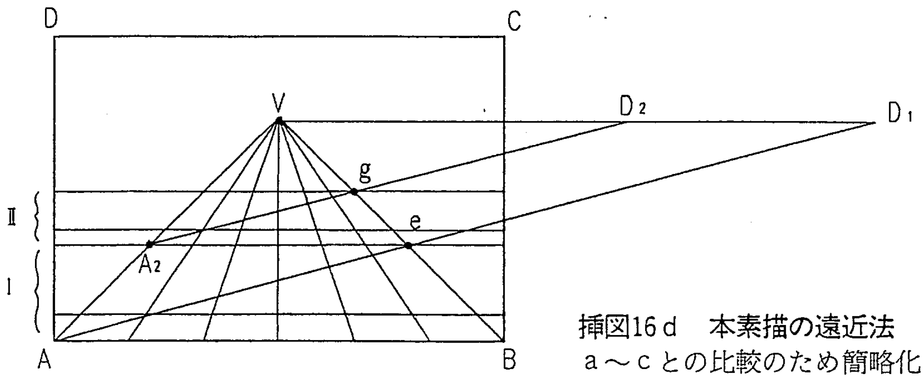
挿図16 a　アルベルティの遠近法



挿図16 b　距離点法(1)



挿図16 c　距離点法(2)



挿図16 d　本素描の遠近法
a～c との比較のため簡略化してある。

がつくられる)。

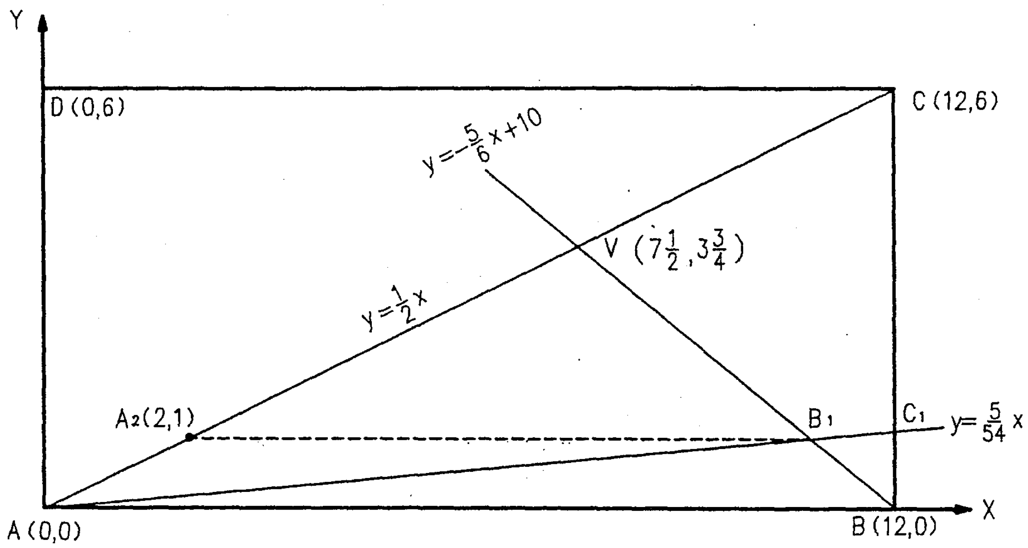
レオナルドが本素描でもちいた作図法である挿図16dを見ると直線AD_1，A_2D_2…が舗床の対角線となっているので，一見したところ図cの距離点法に似ているが，実際にはおおきな相違がある。図dの対角線A_2D_2はAD_1と平行なため，直交線との交点A_2…gの幅(つまり横断線の幅)は，図cのA_2…e′の幅に比べずっと広くなってしまうのである。つまり図cと図dとでは第II層の幅が異なるのである。図dにおいては距離点や視距離をひとつに定めることができず，また各層間にまたがって(たとえば第I層と第II層を通して)舗床の対角線を引いても，全体は一直線とはならないという不合理が生じてくる。

(注2)　Panofsky(1940) p.95など多くの人が，レオナルドの本素描をアルベルティ的線遠近法の見本とみなしているが，この見解が誤まりであることは，以上の説明から明らかであろう。

レオナルドは，本素描において図dのように平行な対角線(45度線)を画面においても〈平行なまま〉表現するという全く新しい遠近法の構成方法を用いている。彼がなぜこのような作図をしたのかはきわめて重大な問題であり，ここから様々な問題が派生してくるが，これについて考察する前に，まず4本の対角線の正確な位置を解析幾何学を使って解明しておく必要がある。

8－B．対角線の解析

ここでは議論の便宜上，挿図17のように本素描をモデュール線の「左端Aを原点」とするXY座標と見なしてみる。挿図3や挿図9aでは素描の「中心Pを原点」と見なしたため，消失点Vの座標は$V(x,\ y)=(\frac{3}{2}M,\ \frac{3}{4}M)$であったが，挿図17では$V(x,\ y)=(7\frac{1}{2}M,\ 3\frac{3}{4}M)$となる。なおモデュールMはどの数値にもつく定数なので本節では必要な場合以外は省略する。



挿図17　対角線の解析

1°　直線ＡＶＣ，ＢＶの方程式をもとめると，それぞれ

$$\mathrm{AVC}: y=\frac{1}{2}x \qquad (\text{または } x=2y)$$

$$\mathrm{BV}: y=-\frac{5}{6}x+10 \qquad (\text{または } x=12-\frac{6}{5}y)$$

また右の枠ＢＣ，上の枠ＣＤは

$$\mathrm{BC}: x=12$$

$$\mathrm{CD}: y=6$$

2°　ここで対角線②の始点A_2を正確に測ってみると，３－６°でも述べたが

$$A_2\ (x,\ y)=(2,\ 1)$$

である。またB_1のy座標はA_2に等しく１であり，かつB_1は直線ＢＶ上にあるので，そのx座標は$x=12-\frac{6}{5}=\frac{54}{5}=10\frac{4}{5}$となる。つまり

$$B_1\ (x,\ y)=(10\tfrac{4}{5},\ 1)$$

3°　原点Ａと点B_1を通る直線AC_1（つまり対角線①）の方程式を求めると

$$AC_1: y=\frac{5}{54}x \qquad (\text{または } x=\frac{54}{5}y)$$

となる。ここでC_1のx座標は12であるから，そのy座標は$y=\frac{5}{54}\times 12=\frac{10}{9}$つまり

$$C_1\ (x,\ y)=(12,\frac{10}{9})=(12M,\ \frac{10}{9}M)=(12M,\ M+\frac{M}{9})$$

ここででてきた端数$\frac{M}{9}$については，モデュールⅧ上の９等分点が想起される（４－４°参照）。つまり小モデュールnのことであり，$n=\frac{M}{9}$（または$M=9n$）であるから，C_1のy座標は

$$\frac{10}{9}M=M+\frac{M}{9}=M+n=10n$$

となり，ある種の整合性がでてくる。したがって小モデュールnはC_1のy座標から導かれた可能性もでてくる。

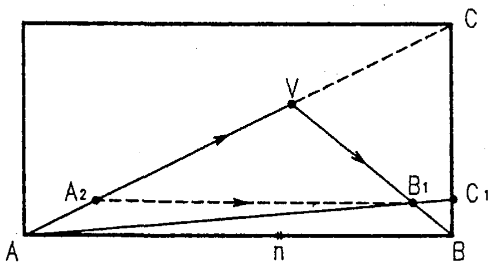
（注）　この解釈はいささか突飛で蓋然性に乏しいが，素描上の計測と解析のいずれからも上のような結果が得られる。８－Ａ－２°で述べたように点C_1とその付近にはいくつもの針孔があり，レオナルドが何度も計測したような形跡があるのは注目されてよかろう。

しかしながら小モデュールnについては，次のように考えた方がより自然であろう。つまりモデュール$M=9n$なのでモデュール線全体$12M=9n\times 12=108n=(1\times 2^2\times 3^3)\ n$となる。モデュール線は$n$によって108等分されるわけだが，この108という数は$1\times 2\times 2\times 3\times 3\times 3$という規則的な数であると同時に，２や３，およびそれらの倍数で割ることのできる約数のきわめて多い数でもある。つまり画面を等分する時にきわめて便利な数なのである。したがってnは本素描にとっての何らかのモデュールになっていると思われるが，具体的にどのように利用されているのかについては，現在のところ私は納得のゆく結論を得ていない。

なおVeltman（1986）p.339はこの小モデュールに注意を向けているが，「基線の右から５番目の区画が９等分されている」と事実だけを述べるだけで，それ以上の分析はしていない。

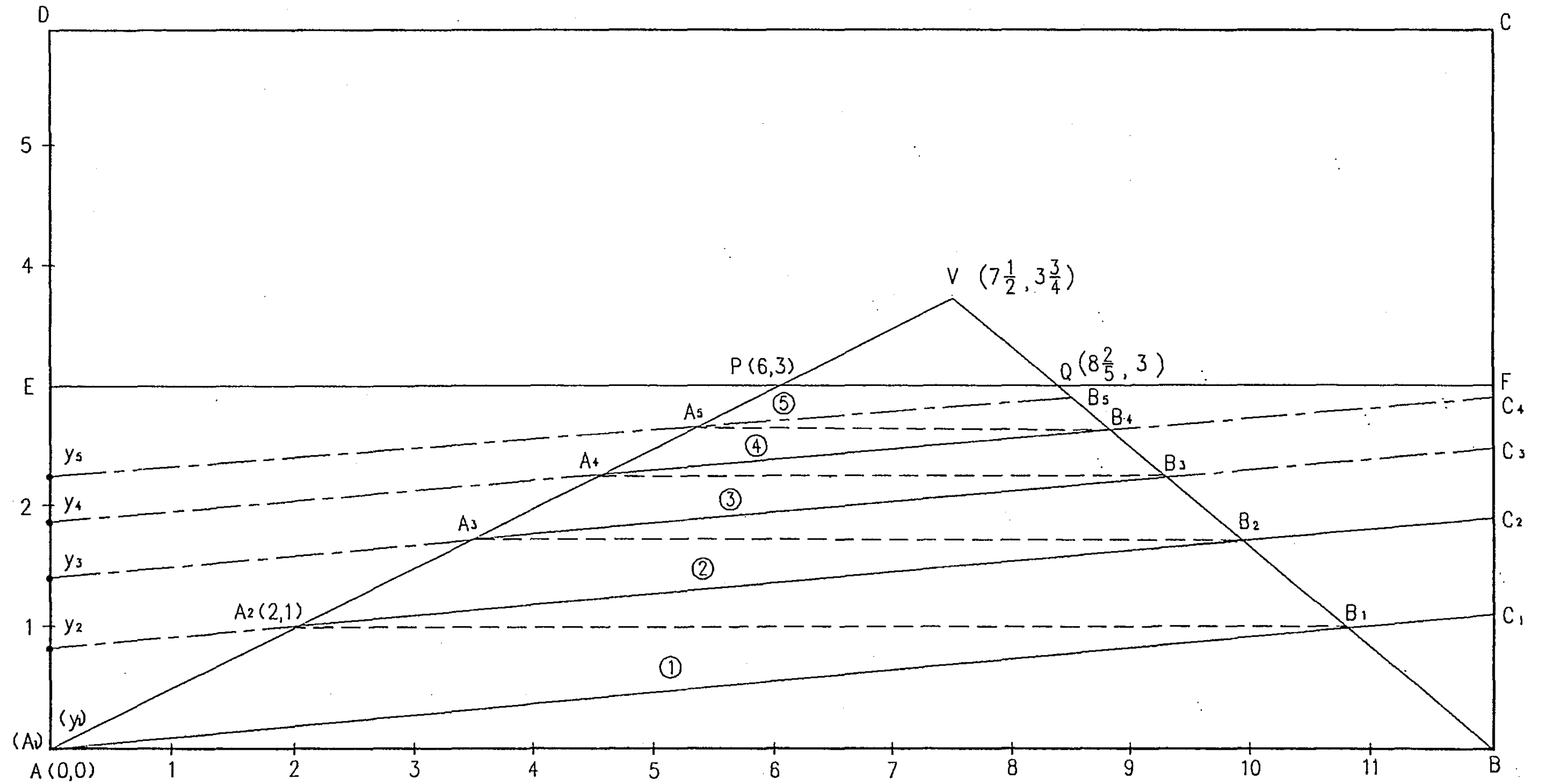
4°ここで述べた消失点V，対角線②の始点A_2，対角線①とＢＶとの交点B_1，右の枠ＢＣとの交点C_1－－－これらの４つの「点」は互いに密接に関連し合っており，ひとつが動けば他も動くという関係にある。そしてレオナルドがどの「点」から決めていったかは明らかではないが，挿図18のように直線ＡＶＣ→点Ｖ→直線ＶＢ→点A_2→点B_1→直線ＡB_1→点C_1というような順序が最も合理的のように思われる。６節で論じた消失点の決定に続いて，この素描の空間構成のいわば「初期条件」がそろったわけである。

またこの時ＶやA_2の位置はすでに３－６°，挿図６でふれたように，ｘ座標とｙ座標の比が２：１で，枠ＡＢＣＤの横と縦の比と同じである（A_2やＶが対角線ＡＣ上にあるので当然のことであるが）。すなわち２：１という比がこの素描の空間の根底にある。



挿図18

5°以上のような初期条件を決めてから，残りの３本の対角線を順次平行に引いてゆくと，それらの交点は解析幾何学を用いて数値を求めることができる（挿図19ａ）。参考のために，求める式と交点の座標を挿図19ｂに示しておくが，これらの値はレオナルドの素描に見られる交点の位置と合致している（むろん肉眼で判断できる範囲においてであるが）。もし仮定した初期条件が誤まっていたならば，点B_3やB_4などの座標の数値は，素描における位置とは異なってしまい，大きな誤差が出るはずである。



挿図19 a

対角線の交点の座標

A_1	$(0, 0)$	B_1	$(10\frac{4}{5}, 1)$
A_2	$(2, 1)$	B_2	$(9\frac{23}{25}, 1\frac{11}{15})$
A_3	$(3\frac{7}{15}, 1\frac{11}{15})$	B_3	$(9\frac{103}{375}, 2\frac{61}{225})$
A_4	$(4\frac{122}{225}, 2\frac{61}{225})$	B_4	$(8\frac{4508}{5625}, 2\frac{2246}{3375})$
A_5	$(5\frac{1117}{3375}, 2\frac{2246}{3375})$	B_5	$(8\frac{38338}{84375}, 2\frac{48331}{50625})$

	A_1～A_5 の座標	枠ADとの交点（y切辺）	対角線の方程式（傾き一定）	B_1～B_5 の座標	C_1～C_5 の座標（x=12,一定）
初期条件	A_1 $x=0$ $y=0$	$y_1=0$		B_1 $y=1$ のとき $x=10\frac{4}{5}$	
対角線①			① $y=\frac{5}{54}x$ （傾き決定）		C_1 $y=1\frac{1}{9}$
対角線②	A_2 $y=1$ $x=2$	$y_2=\frac{22}{27}$	② $y=\frac{5}{54}x+\frac{22}{27}$	B_2 $x=9\frac{23}{25}$ $y=1\frac{11}{15}$	C_2 $y=1\frac{25}{27}$
対角線③	A_3 $y=1\frac{11}{15}$ $x=3\frac{7}{15}$	$y_3=1\frac{167}{405}$	③ $y=\frac{5}{54}x+1\frac{167}{405}$	B_3 $x=9\frac{103}{375}$ $y=2\frac{61}{225}$	C_3 $y=2\frac{212}{405}$
対角線④	A_4 $y=2\frac{61}{225}$ $x=4\frac{122}{225}$	$y_4=1\frac{5167}{6075}$	④ $y=\frac{5}{54}x+1\frac{5167}{6075}$	B_4 $x=8\frac{4508}{5625}$ $y=2\frac{2246}{3375}$	C_4 $y=2\frac{5842}{6075}$
対角線⑤	A_5 $y=2\frac{2246}{3375}$ $x=5\frac{1117}{3375}$	$y_5=2\frac{15662}{91125}$	⑤ $y=\frac{5}{54}x+2\frac{15662}{91125}$	B_5 $x=8\frac{38338}{84375}$ $y=2\frac{48331}{50625}$	C_5 $y=3\frac{25787}{91125}$

挿図19 b

（注）　挿図19 b の見方：点A_1とB_1の位置（初期条件）が決まれば他の点や対角線は順次決まってゆく（B_1の代わりにA_2を初期条件としてもよい）。表は左から右へ，上から下への順で見てゆけばよい。

A_1～A_5の座標。点A_nのｙ座標は点B_{n-1}のｙ座標に等しい（たとえばA_3のｙ座標はB_2のｙ座標$1\frac{11}{15}$からもとめられる）。ｘ座標は直交線ＡＶの方程式$y=\frac{1}{2}x$（つまり$x=2y$）からもとめられる。

枠ＡＤとの交点つまり直線のｙ切辺は，対角線の方程式を$y=\frac{5}{54}x+y_n$（傾き$\frac{5}{54}$はすべての対角線が平行なので一定）とおけるので，$y_n=y-\frac{5}{54}x$からもとめられる。たとえば$y_2=1-\frac{5}{54}\cdot 2=\frac{22}{27}$

対角線の方程式はｙ切辺と傾き$\frac{5}{54}$（一定）から求められる。たとえば対角線③は$y_3=1\frac{167}{405}$，傾き$\frac{5}{54}$なので$y=\frac{5}{54}x+1\frac{167}{405}$となる。

B_1～B_5の座標。点B_nの座標は対角線ⓝの方程式と直交線ＢＶの方程式（$y=-\frac{5}{6}x+10$つまり$x=12-\frac{6}{5}y$）との連立方程式の解である。

C_1～C_5の座標。点C_nの座標は対角線ⓝの方程式と枠ＢＣの方程式（$x=12$）との連立方程式の解である。

6°ここでひとつ注目したいのは，オリジナルの素描にはないが参考のため挿図19aに示した対角線⑤の位置である。これは第Ⅴ層に想定することのできる対角線であるが（私はこの対角線⑤がオリジナルの素描に引かれているのではないかと必死に観察したが，それと断定できるものはなかった），その終点B_5の座標は

$$B_5\ (x,\ y) = \left(8\frac{38338}{84375},\ 2\frac{48331}{50625}\right)$$
$$= (8.4543762\text{--},\ 2.9546864\text{--})$$
$$\fallingdotseq (8.45,\ 2.95)$$

となる。これは直交線BVと舗床の上辺EFとの交点Qの座標

$$Q\ (x,\ y) = \left(8\frac{2}{5},\ 3\right) = (8.4,\ 3)$$

にきわめて近い値である。そのずれはわずかに（0.05，0.05）つまり$\left(\frac{5}{100}M,\ \frac{5}{100}M\right) = \left(\frac{M}{20},\ \frac{M}{20}\right)$であり，$B_5$はQのほんのわずか（実寸で1.2ミリほど）右下に位置している。

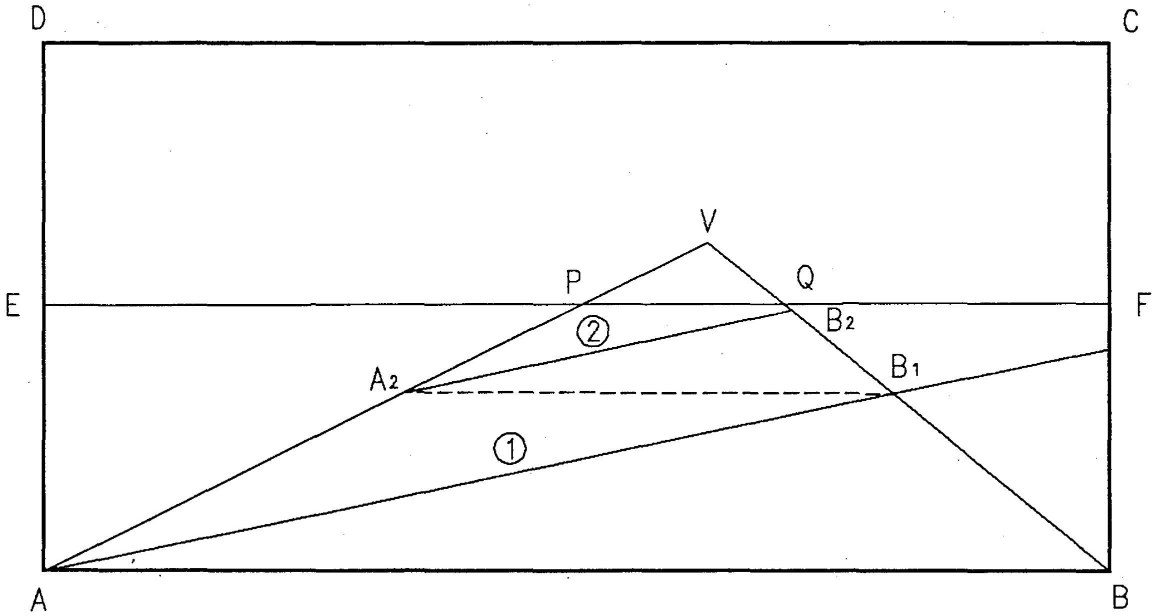
したがってレオナルドがこの5番目の対角線を引いていれば紙面の上ではB_5はQとほぼ重なっていたはずである。しかし5—B—2°でも述べたように実際の素描にひかれた舗床の上辺EF′はやや右上がりの直線となっているため（挿図8a，図版6），B_5とQ（より正確には挿図24bのQ′）とはおおきく離れてしまうのが容易に想像できる。

しかしながら碁盤目状の舗床の上辺がモデュール線と平行にひかれていたならば，5番目の対角線の終点B_5がQとほぼ一致するという（驚くべき！）結果が得られるのである。これは単なる偶然ではなくレオナルド自身も計算済みの上で作図をしたのではないかと私には思われるのであるが，どのような数学的計算に基づくのか，あるいは単なる経験からなのか，明確な解答はまだ得られていない。

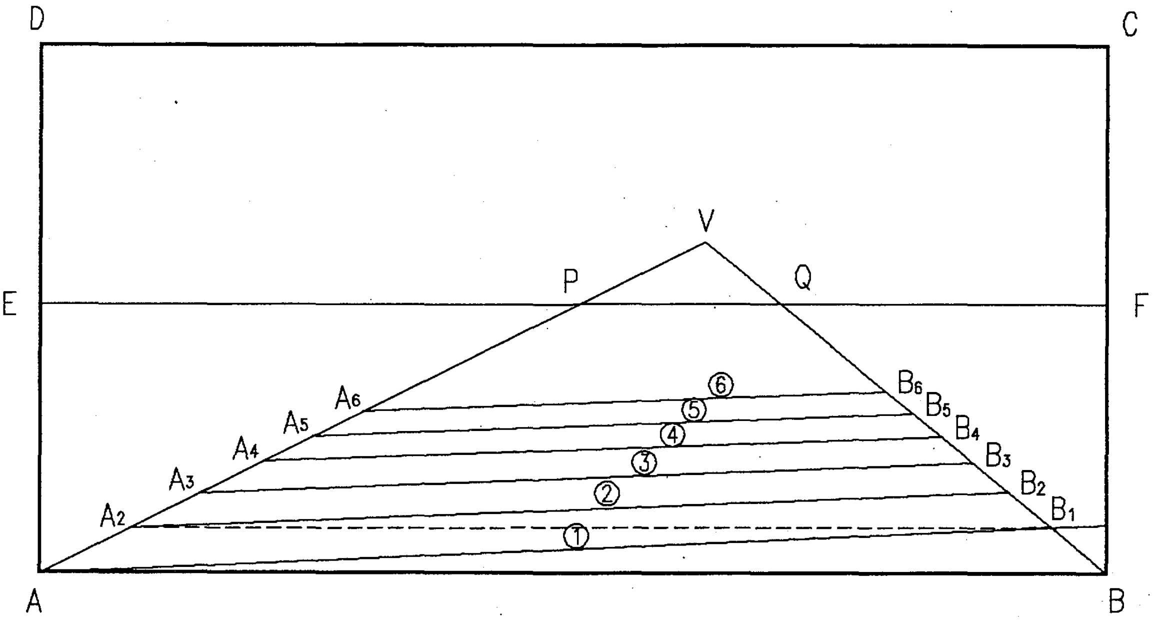
（注1） レオナルドは次のような幾何級数（等比級数）をなんらかのかたちで知っていたのかもしれない。
5つの層のそれぞれの幅は公比$\frac{11}{15}$の等比数列となっている。つまり，第Ⅰ層の幅は点B_1のy座標に等しく1すなわちMであり，第Ⅱ層の幅は（B_2のy座標）－（B_1のy座標）$=1\frac{11}{15}-1=\frac{11}{15}$すなわち$\frac{11}{15}M$，第Ⅲ層の幅は（$B_3$のy座標）－（$B_2$のy座標）$=2\frac{61}{225}-1\frac{11}{15}=\frac{121}{225}=\left(\frac{11}{15}\right)^2=\left(\frac{11}{15}\right)^2M$，同様に順次計算してゆくと第Ⅳ層は$\left(\frac{11}{15}\right)^3M$，第Ⅴ層は$\left(\frac{11}{15}\right)^4M$となっている。これら5つの層の幅の合計は$1+\left(\frac{11}{15}\right)+\left(\frac{11}{15}\right)^2+\left(\frac{11}{15}\right)^3+\left(\frac{11}{15}\right)^4=2\frac{48331}{50625}$となり，$B_5$のy座標に等しい。この式は1を初項として5つの項の合計が3の近似値となるような等比級数と考えられる。

（注2） なお$\frac{M}{20}$（実寸で約1.2ミリ）というずれは，7—3°で述べた消失点と黄金比の差$\frac{2}{25}M$（実寸で約2ミリ）を思い出させる。ともにわずかなずれであるが，黄金比を論じたところでは「不一致」を強調し，本節の対角線のところでは「一致」を強調するのは，矛盾した主張に思えるかもしれない。しかし本素描における消失点の位置は簡単な整数比によって導かれ，また碁盤目状の舗床の分割方法とも調和しているのである。これに対し，点B_5が点Qに一致するように5本の平行な対角線を引くことは，理論的にはきわめて難しいのである（どのような傾きの対角線を引けばよいのか，今のところ私には解が得られていない）。いずれにせよ対角線②の始点A_2を「整数値」の座標（2，1）に置くことで，B_5がQにほぼ一致するというのはひとつの驚異ではなかろうか。

なお「５本」の対角線を想定することは，次の８－Ｃでも述べるように本素描の空間構成にとってきわめて重要なことがらである。参考としてA_2を（４，２）あるいは（１，$\frac{1}{2}$）のような座標にとった場合，どのような対角線が引けるかを示しておく（挿図20ａ，ｂ）。「A_2の決定」（あるいは「対角線①の傾き」と言ってもよい）がいかに微妙な問題であるかがわかるであろう。〔なお挿図26ａのように，視距離を15Ｍとして通常の距離点法を用いて５本の対角線を引くと、点b_5は点Ｑに一致する。したがってレオナルドは当初挿図26ａのような作図を考えていた可能性もある〕



挿図20ａ　A_2(4,2)のとき対角線は２本しか引けない。



挿図20ｂ　A_2(1，$\frac{1}{2}$)のとき対角線は５本をはるかに超える。

8—C．横断線についての仮説

横断線のつくる区画数については８—A—３°で詳しく観察したが（挿図15ｄ参照），ここではこれまで観察・分析してきた事柄を考慮しながら，ひとつの重要な仮説を述べてみたい。

A_2を（２，１）つまり（２M，M）という位置にとることで，碁盤目状の舗床は５本の平行な対角線によってほぼ正確に５つの層に分けることができた。そして第Ⅰ層，第Ⅱ層ではほぼ正確に直交線と対角線との交点を横断線が通り，12の区画に分けられている。第Ⅲ層になるとこうした交点からはずれたところを横断線が走ることが多くなるが，区画は同じく12である。第Ⅳ層になると交点とは全く無関係に横断線がひかれ，また第Ⅴ層になると対角線自体が省略されて横断線がひかれており，しかも区画の数がそれぞれ10，９と減少している。こうした第Ⅲ，Ⅳ，Ⅴ層における横断線の乱れはそもそも狭いスペースに多数の線を押し込めることの無理から生まれたと考えて良かろう。

ここでひとつ重要なことに注意しなければならない。直交線と対角線との交点の数から考えれば，第Ⅳ，Ⅴ層も12の区画に分けられるのがこの作図の本来のすがたなのである。レオナルドが12ではなく10，９の区画しかつくらなかったのは意図した計算というよりは，スペースが狭いためにそれぞれ２，３の区画を省略したと考えた方が理にかなっている。つまりレオナルドの脳裏には第Ⅳ，Ⅴ層においても12の区画があったと考えることができるのである（第Ⅳ，Ⅴ層を10，９の区画にした場合の不合理については，11—２°の平面図における検討でもふれる）。この仮説が正しいとすると，横断線による区画の数は合計12×５＝60と考えることができる。

横断線による区画数を60と仮定してみるとさらに驚くべき事実が浮かび上がってくる。すなわち10節で論ずるように碁盤目状の舗床の上辺ＥＦも60等分されているのである（つまり直交線による区画数もまた60なのである）。とするとレオナルド・ダ・ヴィンチの構想した碁盤目状の舗床は横幅と奥行きが共に60の区画による方形空間であったと仮定することが可能となってくる（挿図22ｅ；挿図23ａ）。

（注）私の個人的感想であるが，消失点の位置に関しては何らかの数学的配慮がなされているだろうと当初から予想していたが，碁盤目状の舗床の区画数については正直なところかなり「いいかげんな」作図であろうと安易に考えていた。しかし細かに観察すればするほどかなり緻密な計算に基づいてレオナルドが作図をしていることに気づき，特に碁盤目状の舗床が正方形になることを知ったときにはかなりショックであった。こうした整合性は建造物を平面図に変換した時にいっそう明らかとなる（11—３°参照）。

９．左利きの作図

平面図の問題に入る前に，ここでは対角線や横断線の作図とも関連するレオナルドの左利きの問題にふれておきたい。

１°レオナルドの遠近法関係の手稿を見ると（図版８:Veltman,p.125），右下から左上に引かれた「左上がり」の対角線が圧倒的に多い。図版９（Veltman,p.82,fig.99）のように左下から右上に引く右上がりに見える直線も多数あるが，これらは右上にある視点を示す一点から，左下に向かって多数の直線が引かれた（つまり「左下がり」）と考えることができる。別の言い

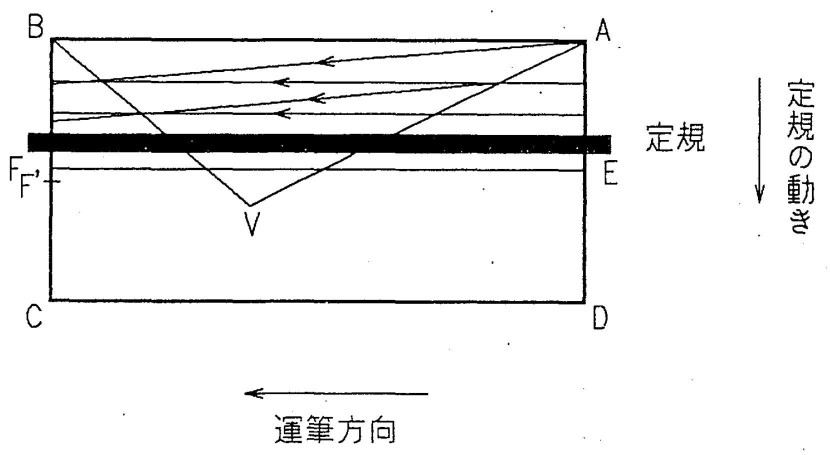
方をするならば，図版９はアルベルティ的遠近法の作図である性格上（8—A—4°，挿図16 a参照），作図の起点が右上の視点にあると考えることができるのに対し，図版８に見られる作図では，起点が碁盤目状の舗床の右下隅にあると考えられる。つまりレオナルドのように左利きの人にとっては「右から左へ」という方向に線を引くのが自然なのである（レオナルドの場合には文字の筆跡も有名な鏡文字を使い，右から左方向に記されている）。

2° 本素描をみると，たとえば対角線①は碁盤目状の舗床の左下（点A）を起点として「右上がり」の直線として引かれたようにみえる。ほかの対角線も同様に「左から右」方向に引かれたようにみえるが，これは左利きのレオナルドにとっては不自然な運筆となってしまう。

また横断線に目を向けてみると（図版４，５および図版７の比較写真）左の枠ＡＤ側は間隔が緻密で，しかもＡＤの半分（つまりＡＥで長さ３M）に正確に収まるように引かれているので，この左の枠側が作図の始点となったのであろう。これに対し右の枠ＢＣ側は横断線の間隔が粗く，しかもＢＣの半分ＢＦの中に収まらずに３本の横断線がＦより上にはみでている（挿図８ｂ，5—B—2°参照）。つまり実際に描かれた碁盤目状の舗床の上辺ＥＦ′は「右上がり」の直線に見える。これも左利きのレオナルドには不自然なことである。

3° こうした不自然さと以下に述べる諸条件を考えると，レオナルドはこの素描を天地を逆さにして作図をしたと考えるのが最も合理的な解釈と思われる（挿図21）。諸条件とは（１）作図はモデュール線ＡＢ側からＥＦ側にむかってなされた。（２）定規は引かれる線の下になければならない。（３）横断線を引くのに使われたインクは汚れやすいので，作図された部分は定規より上にこなければならない。

レオナルドは挿図21のように天地を逆さにしてＡＥ側からＢＦ側の方向（左利きには自然な方向）に線を引いたのであろう。この場合始点となるＡＥ側は正確であっても，とくに対角線（45度線）のない第Ｖ層において，ＢＦ側はやや雑に作図される可能性がある。図版７（比較写真）からも明らかなようにＢＦ側をやや幅広にとってゆきその結果最後に引かれた横断線ＥＦ′はかなりＣ側寄りの直線になってしまったと考えられる。



挿図21　横断線の作図

10. その他の直交線

1° 消失点と結ばれた「13本の直交線」の左右には，消失点と結ばれていない多数の「その他の直交線」が引かれている（挿図22d)。これらがどのような方法で引かれたかを考えるにあたっては，碁盤目状の舗床の上辺ＥＦを観察してみる必要がある。

ところで挿図22ａに見るようにモデュール線ＡＢ上のひとつのモデュールの長さＭは，碁盤目状の舗床の上辺ＥＦではｍという長さとなって変換される。図から明らかなように $m:M=VV_1:VV_2=\frac{3}{4}M:3\frac{3}{4}M=1:5$ なので

$$m=\frac{M}{5}$$

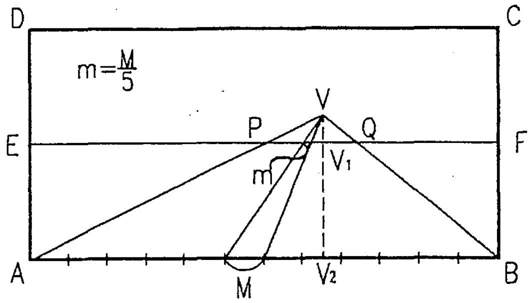
という関係が成り立つ（なおオリジナルではｍは4.76ミリほどの長さになる；$m=\frac{M}{5}=\frac{2.38}{5}$センチ＝0.476センチ)。またＰＱは12等分されており，ＰＱ＝12ｍという長さである。

ＥＦ上を観察する前に６―２°で述べたＥＰ：ＰＱ：ＱＦ＝５：２：３という（これから観察することの）結論から考えてみると，

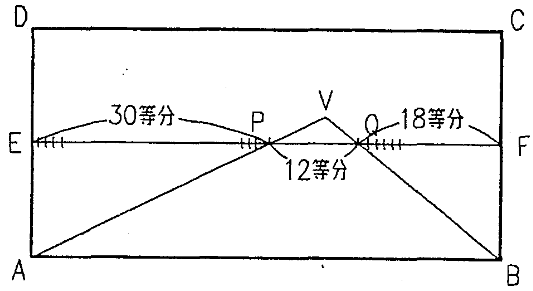
ＥＰ：ＰＱ：ＱＦ＝５：２：３
　＝30ｍ：12ｍ：18ｍ

となり，ＥＰやＱＦがそれぞれ30ｍ，18ｍで，各々30等分，18等分されていることが予想される（挿図22ｂ)。

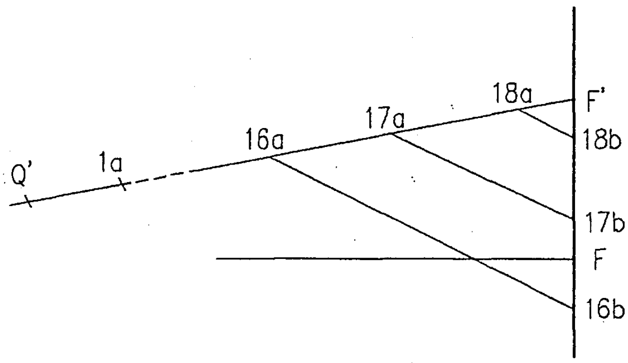
2° そこで実際にオリジナルの素描を



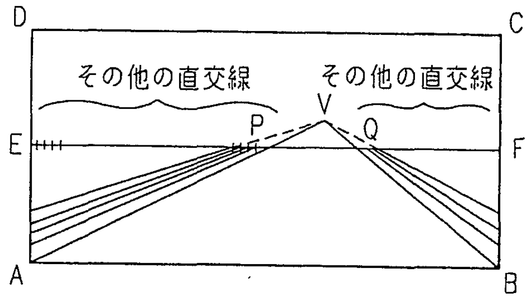
挿図22ａ



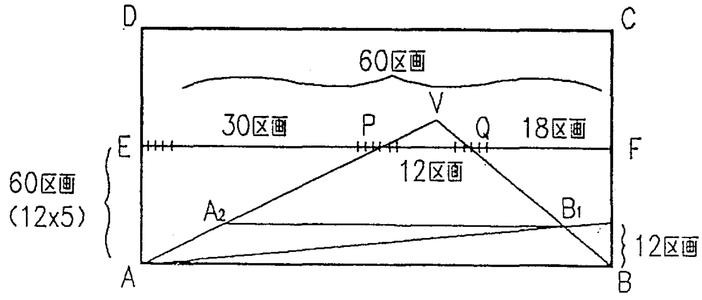
挿図22ｂ



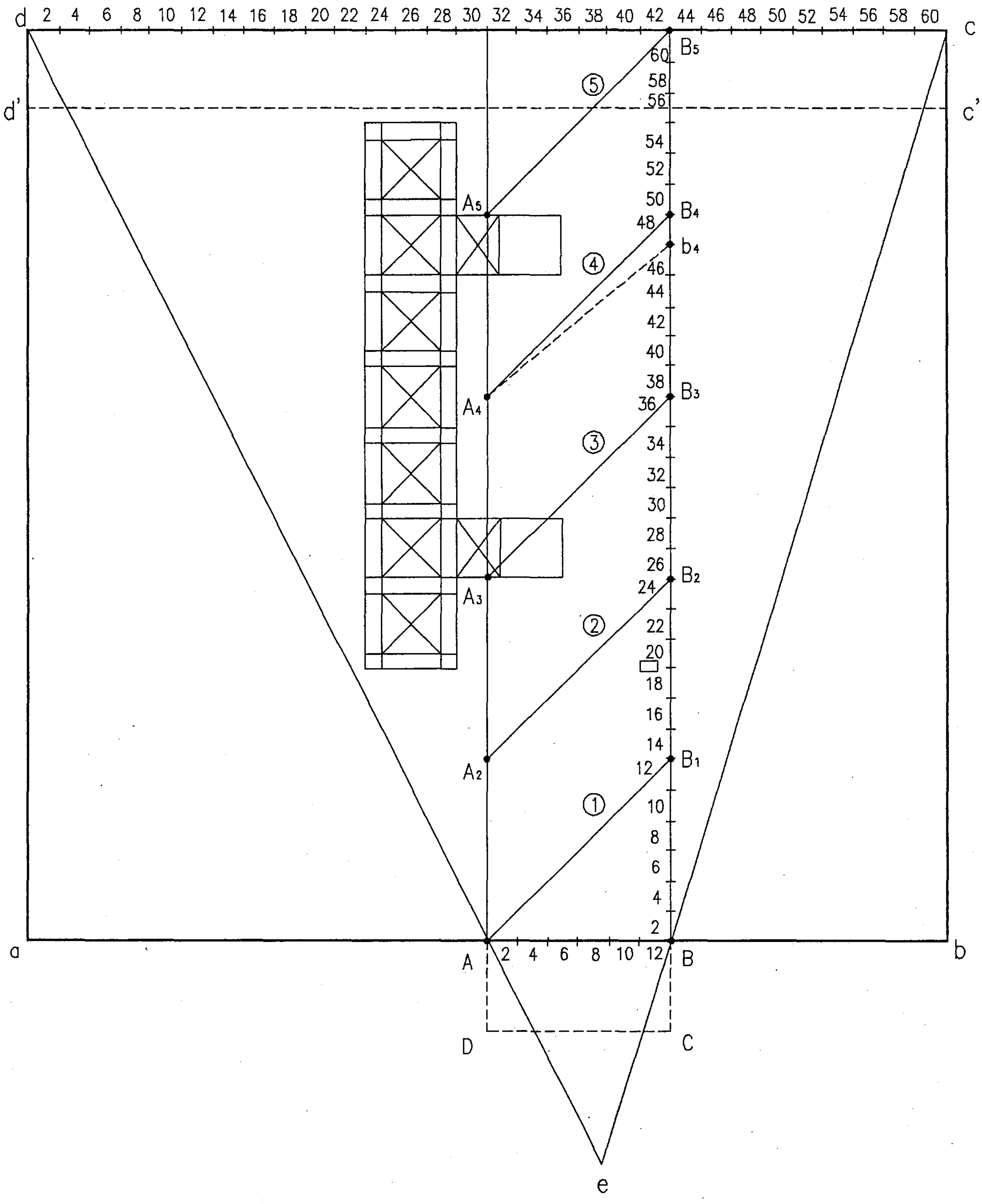
挿図22ｃ



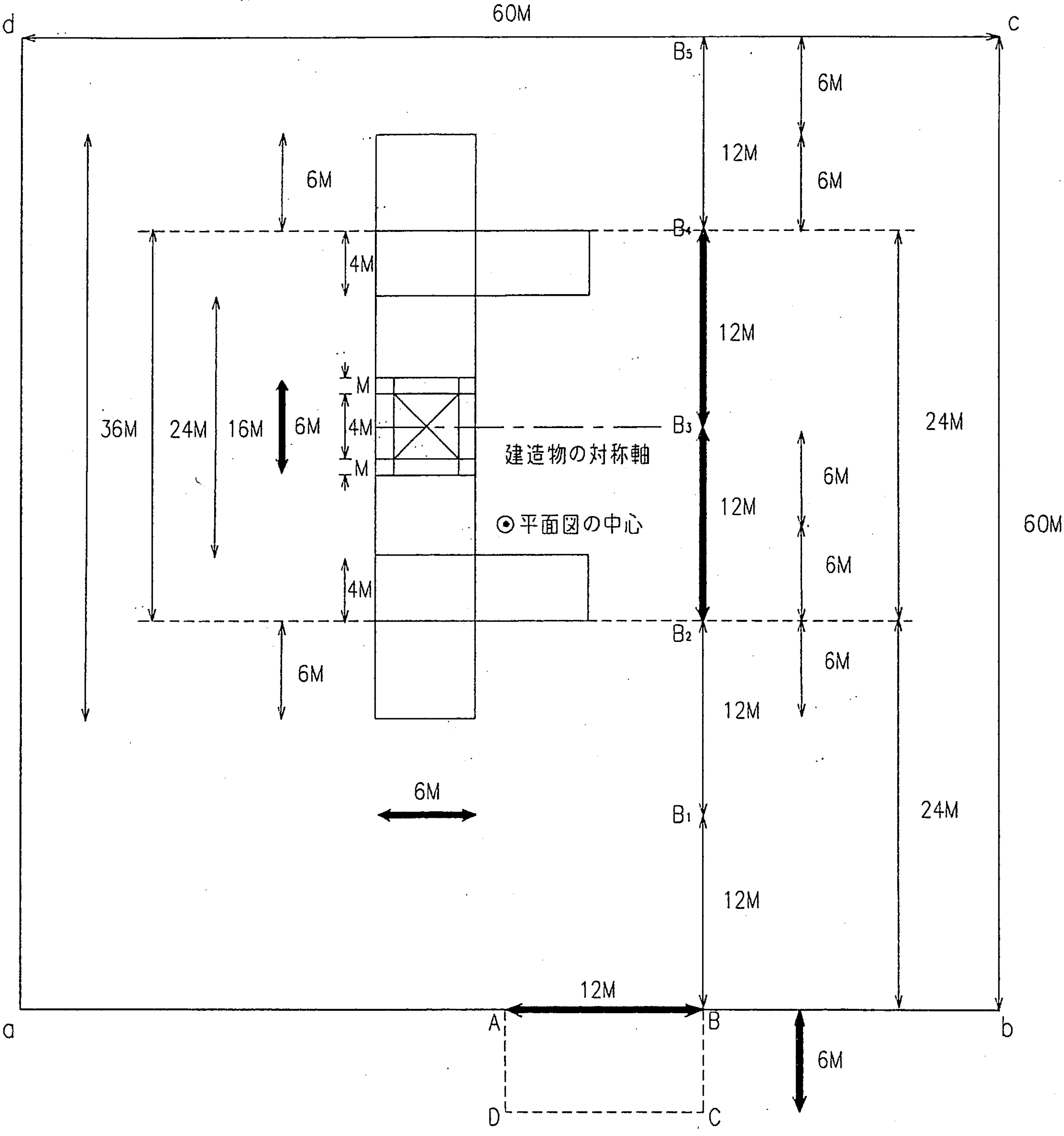
挿図22ｄ



挿図22ｅ


d
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60
c
d'
c'
B5
⑤
A5
B4
b4
④
A4
B3
③
A3
B2
②
A2
B1
①
a
A
B
b
D
C
e

挿図23 a　平面図



挿図23ｂ　奥行き方向の比

丹念に観察してみると，線分ＥＰは正確に30等分されており，ＥＰ＝30m＝６Ｍの長さである。また線分ＱＦもほぼ正確に18等分されている(図版５)ので，線分ＥＦはＥＰ：ＰＱ：ＱＦ＝30m：12m：18m＝５：２：３の比で60等分されていると考えてほぼ間違いない。

(注)　前述のように実際の碁盤目状の舗床の上辺ＥＦ'はやや右上がりになっている。線分ＱＦの代わりに実際に描かれている線分をＱ'Ｆ'とすると，Ｑ'Ｆ'を等分する18番目の点18ａは短い直線となってしまっている(きわめて誇張して描いた挿図22ｃの18ａ—18ｂ)。ＥＦ'がＥＦとしてＡＢに平行に引かれていたならば，この短かな直線18ａ—18ｂは点Ｆと重なって，左端Ｅのようにひとつの点となったはずである。

なお８—Ａ—３°の注２で述べたように横断線については細心に数えていた Thiis (1913) も直交線の数は数えていない。Degl'Innocenti (1978) (図版16) は，舗床の上辺ＥＦを69等分して再構成しているが，これは正確とは言えない。彼の再構成はこの他にも不正確な点が多い（８—Ａ—３°の注２や13—Ａ—２°の注参照)。Veltman (1986) p.339は横に並ぶ区画数を(約) 65としているが(原文 approximately 55 rectangles long and 65 wide)，この65という区画数は素描の観察からもまた理論上からも受け入れられない。

3°つまりＥＦ＝ＥＰ＋ＰＱ＋ＱＦ＝30m＋12m＋18m＝60m＝12Ｍとなる。ここで60という数は，モデュール線ＡＢの長さ12Ｍの12と，および碁盤目状の舗床の上端の分割比の合計(５＋２＋３)である10との最小公倍数であり，また60進法として使われるように，きわめて分割しやすい数である。また４—２°の注で述べたようにＥＦの長さに等しいモデュール線ＡＢが６ crazie であることも想起する必要がある。

線分ＰＱ上には針孔やへこみがないのに比べ，線分ＥＰ，ＱＦ上 (正確に言うならＱ'Ｆ'上，10—２°の注参照)の等分点にはいずれも規則的な針孔やへこみがあり，これらの点と消失点とを定規にあてながら「その他の直交線」は引かれたのであろう (挿図22ｄ)。この時碁盤目状の舗床は横幅と奥行きがともに60区画となる (挿図22ｅ)。

11. 平面図の再構成

挿図23ａは本素描の碁盤目状の舗床上にある階段やアーケードを平面図に変換したものである(この時の視距離については12—２°，また最前景の踏み段については13—Ａで扱う)。この図から明らかなこと，およびレオナルドの構想していたと思われる数理的秩序を以下に述べてみたい。

1°対角線③の始点A_3は「手前の階段」の最前部にある。対角線④の始点A_4はふたつの階段の中央にあり，またこのふたつの階段にはさまれたアーケードの中心でもある。

次に注意しなければならないのは，「奥の階段」と「対角線④の終点」の位置関係が素描通りに従うと矛盾があらわれるということである。つまり素描の「横断線の区画数」だけを基準にして平面図に変換すると，対角線④の終点は挿図23ａの点b_4(46番目と47番目の区画の間；挿図15ｄの表も参照のこと）になってしまい（つまり対角線A_4b_4は45度線ではなくなってしま

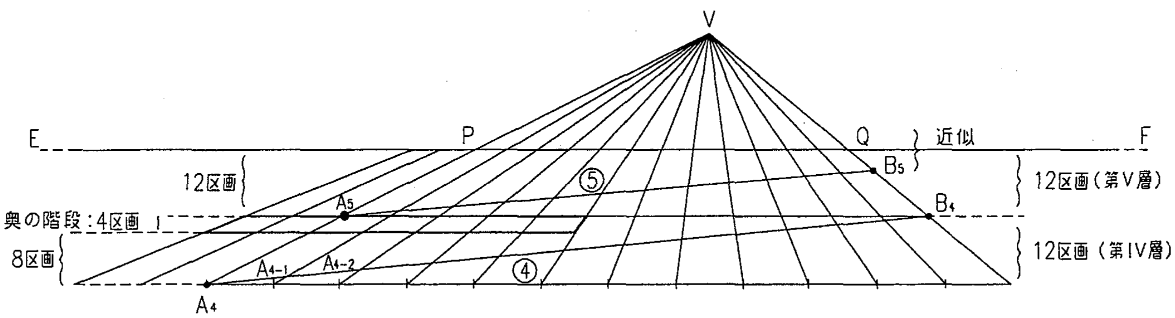
い)，他の対角線①②③が45度線である事実と矛盾してしまうのである。

(注)　Wright (1983) p.93は２つの階段の幅が遠近法的に見て不正確であることを指摘している。つまり「手前の階段」に比べ「奥の階段」ははるかに幅広であるかに見える（「奥の階段」の奥ゆき方向での長さが，遠くにあるのに大きすぎる）のである。その原因を彼は単に作図が乱雑であるためと述べるだけで，それ以上細かな分析をしていない。

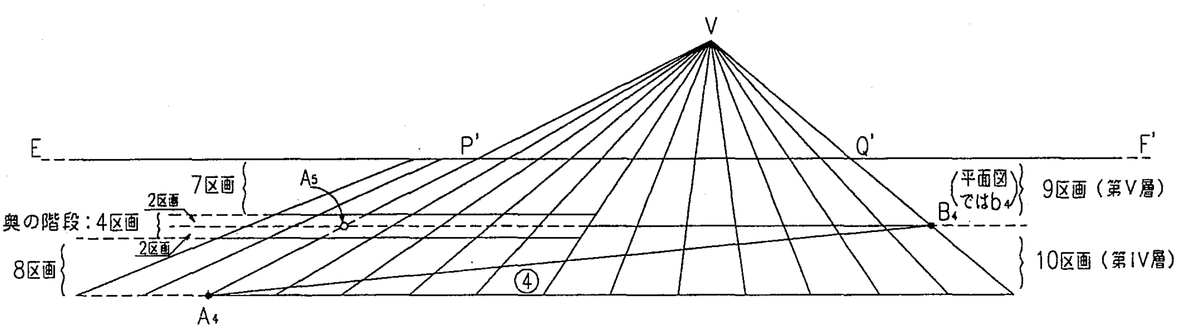
なお Marchini (1985) はこの階段の形状をポッジオ・ア・カイアーノのヴィラと関連づけて論じている。

2°　こうした矛盾は次のように解釈することで説明できよう。まずレオナルドが当初にもくろんだと思われる空間から考えて行くと(挿図24ａ)（１）対角線③と平行に対角線④をひき，その始点をA_4，終点をB_4とする。（２）直交線と対角線④との交点A_{4-1}，A_{4-2}，-----A_{4-11}，B_4を通る横断線を12本ひき12区画つくる（第Ⅳ層)。同様にして対角線⑤（始点A_5，終点B_5）と12本の横断線をひき12区画つくる（第Ⅴ層)。(なおB_5とＱは挿図24ａにおいてはかなり離れているが，８—Ｂ—６°で見たように実際の素描の寸法では両者はほとんど重なるので，最後の横断線をＥＦとする)。（３）手前の階段の端がA_3で，２つの階段にはさまれた３つのアーチの中心がA_4であるから，奥の階段の端はA_5となる。そして２つの階段はA_4を中心にして対称形とする。この時奥の階段はA_5とB_4を通る横断線の手前におさまる。（４）奥の階段のさらに奥には（第Ⅴ層)，奥行きが12区画（モデュール線12Mと同じ長さ）の空間がのこる。また素描における碁盤目状の舗床の上辺ＥＦは，平面図（挿図23ａ）においてはｄｃとなる。

これに対してレオナルドが本素描で実際に作図したのは，次のようなものであったと思



挿図24ａ　レオナルドが当初構想していたと思われる空間(第Ⅳ、Ⅴ層)



挿図24ｂ　レオナルドが実際に作図した空間(第Ⅳ、Ⅴ層)

われる（挿図24 b）。（1）対角線③と平行に対角線④をひく（A_4B_4）。（2）直交線と対角線との交点は12個できるが，この第Ⅳ層はじっさいの紙面においてはスペースがきわめて狭いので，交点とは無関係にとりあえず10本の横断線をひき10区画つくる。さらに狭い第Ⅴ層においては，対角線を引くのを省略して，9本の横断線をひき，9区画つくる（最後の横断線がE F'）。（3）2つの階段と3つのアーチの位置は，対称性を考慮にいれつつ，「手前から横断線の数を順次数えながら」決定する。この時奥の階段はA_5とB_4を通る横断線よりもさらに2区画分だけ奥にはみ出てしまう。（4）奥の階段のさらに奥には，奥行きが7区画の空間が残る。また素描における碁盤目状の舗床の上辺E F'は，平面図（挿図23 a）においてはd'c'となる。

このように平面図を参考にしながら挿図24のaとbを比較してみるならば，図bがいかに整合性に欠けているかが明かであろう。また8—Cで仮定したように，第Ⅳ，Ⅴ層も12区画と考えるといかに整合性を持つかが再度確認されたといえよう。

3° レオナルドが当初に構想した空間を挿図24 aのように考えると，それに基づく平面図(挿図23 b)は，さらにいくつかの整合性を示すことになる。(1)階段のある建造物は線対称で，その対称軸の通るB_3から2つの階段の端までの距離（B_3B_4およびB_3B_2）はそれぞれ12M（モデュール線の長さに等しい），両階段をはさむ距離B_2B_4は24M（12M×2）となる。手前の階段から舗床の最前部までの距離B_2Bも24Mである。また奥の階段から舗床の最奥部までの距離B_4B_5は12Mである。2つの階段を境にして（つまりB_2，B_4を境にして），奥行き全体BB_5はBB_2の24M，B_2B_4の24M，B_4B_5の12Mの3つに分けられ，前景，中景，後景をなしている。(2)アーチや階段の幅は4Mであり，アーチを支える柱を加えると6Mである。建造物の対称軸の通るB_3と平面図の中心との距離も6Mである。(3)アーチと柱とからなる1つのヴォールトは6M四方で，これは平面図全体が60M四方であるのと呼応する。(4)この6M四方のヴォールトが7個(より正確に言うなら4Mのアーチが7個とMの柱が8個)連続してアーケードを形成し，その全長は36M（モデュール線12Mの3倍または6Mの6倍）である。

以上の考察からわかるようにモデュール線12Mは平面図に変換したときの「奥行き」の空間にも基本的なモデュールとして使われていることがわかる。つまり12Mを基準にして碁盤目状の舗床，アーケード，階段などの建築的枠組みが決定されているのである。さらにこのような枠組みを決定するにあたって対角線のつくる5つの層が巧妙に利用されていることがわかる。

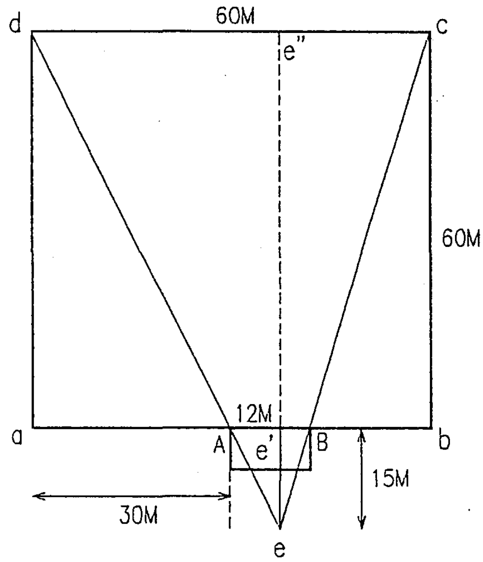
（注） Thiis (1913) は建造物を中心にかなり正確な平面図および側面図を再構成しており（図版11，12，13）そこに数理的な整合性と調和を認めている。しかし碁盤目状の舗床全体60M×60Mを把握していないため，具体的にどのような比例関係があるのかはいっさいふれていない。また Degl'Innocenti (1978) は碁盤目状の舗床全体を再構成しているが(図版16，17)，8—A—3° の注2で述べたように計測が乱雑なため，何の比例関係もつかんでいない。

12. 視距離と「移動遠近法」(平行対角線遠近法)

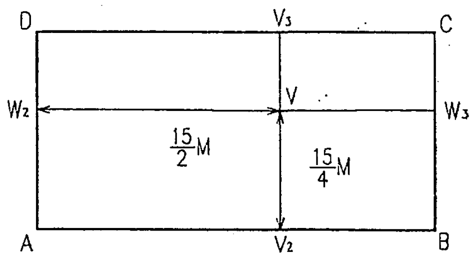
1° 平行にひかれた4本の対角線が通常の線遠近法からの逸脱であることは8—A—4° などでふれたが，ここでは視距離や横断線の問題と関連させながら，こうした〈破格〉な方法をレオナルドがなぜ選んだのかをもう一度検討してみたい。

(注) 奇妙なことにほとんどの研究者はこの4本の対角線に興味を示していない。かなり丹念に本素描を観察している Thiis (1913) も言及していないし，比較的近年の Degl'Innocenti (1978) や Veltman (1986) でさえ最前景の対角線①に注意を向けているのみで，他の3本の対角線についてはその存在さえふれていない。わずかに Sanpaolesi (1954) p.42のみが対角線が4本あり（図版14)，しかも「およそ平行」で1つの距離点に収束しないことに気づいている(8—A—4° 参照)。しかしその理由については，通常の線遠近法の〈errore 誤用，licenza 破格〉あるいは幾何学的厳密性を超越した画家の感受性から生まれたところの〈libertà 自在，融通無碍(むげ)〉とするだけで，幾何学的な構成上の意味を探ろうとはしていない。

2° 11節で論じた平面図を念頭に置きながら視距離を求めると15Mとなる(挿図25aのee')。



挿図25a



挿図25b

(注1) 証明：碁盤目状の舗床の幅60区画（60M）を画面の幅AB（12M）に収めればよい。挿図25aにおいて三角形ABeと三角形dceは相似であるから，ee'：ee"＝AB：dcである。視距離ee'の長さをxとするとx：（x＋60M)＝12M：60M　ゆえにx＝15M

(注2) 視距離の15Mという長さは，直接的な関連性は薄いかもしれないが，平面図や画面における長さと比較できる。つまり挿図25aのように視距離の2倍の30MはaA，さらに2倍の60Mはdc，bcであり，また挿図25bのように視距離15Mの半分$\frac{15}{2}$Mおよびその半分$\frac{15}{4}$Mは消失点までの距離W_2V，V_2Vである。

3° 次に視距離を15Mとして，通常の線遠近法を使って碁盤目状の舗床を作図してみると挿

図26ａのようになる。第１層Ａa_2の幅はきわめて広いのに対して，第３層a_3a_4あたりからかなり狭くなってくるのがわかる。つまり横断線の幅の変化がきわめて急激であることがわかる。

これに対し，レオナルドの素描のように平行な対角線を用いて作図すると(挿図26ｂ)，図ａに比べ第Ⅲ層A_3A_4の幅はよりゆったりしたものとなり，横断線の幅の変化もより穏やかであることがわかる。ただし図ａでは各層間に対角線を引いても正確に碁盤目状の舗床の角を通るのに対し（点線の直線を参照)，図ｂでは第Ｉ層の碁盤目状の舗床の対角線は第II層では碁盤目状の舗床の角を通らないという不合理が生じる(点線の直線)。しかし図ｂにみられる横断線の幅の穏やかな変化は，図ａに比べるとより自然な視覚印象に近いと言えないだろうか。

4°ここでレオナルドの作図した４本の対角線から視距離を求めてみよう。４本の対角線からは４つの視距離が得られるため，視距離を１つに定めることはできない。挿図19ａに示したような位置にB_1やC_1があるとして，対角線①の視距離を求めてみると33Ｍとなる。また対角線②③④の視距離を求めると，それぞれほぼ24.2M，17.75M，13.0Mとなる（挿図27)。

（注１） 証明：挿図27ａを挿図19ａと同じくＡを原点とするｘｙ座標と考えると（また定数Ｍを省略すると)，消失点Ｖ（$7\frac{1}{2}$，$3\frac{3}{4}$）を通る水平線は$y=3\frac{3}{4}$となる。また対角線①は挿図19ｂの表より$y=\frac{5}{54}x$であるから，水平線と対角線①の交点S_1はS_1（$40\frac{1}{2}$，$3\frac{3}{4}$）となる。したがって対角線①の視距離VS_1は

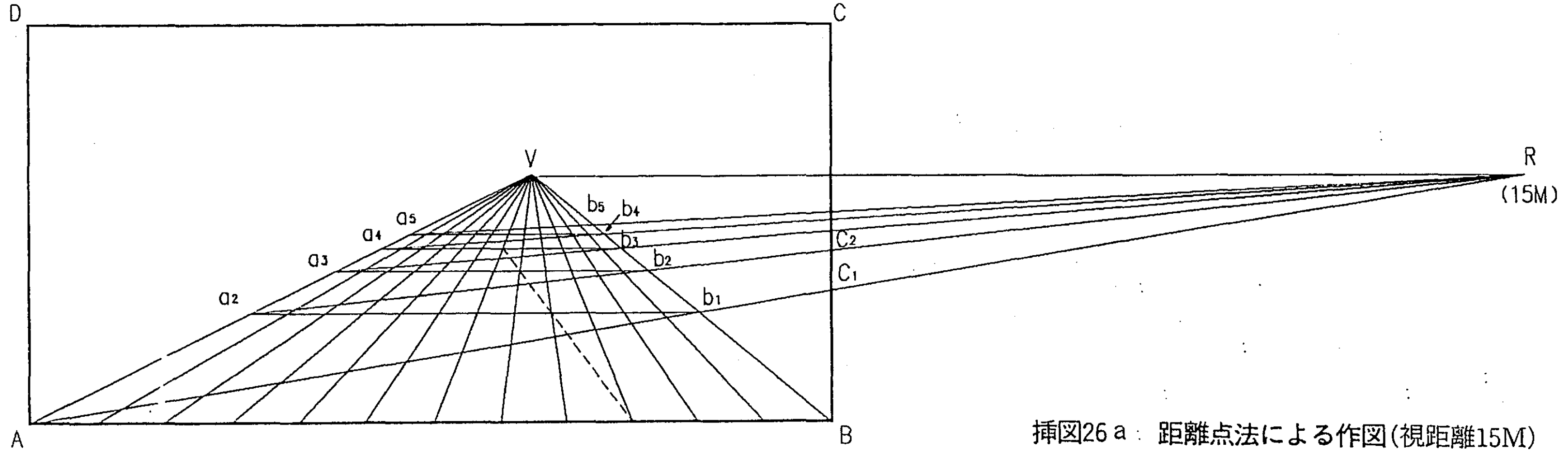
$$VS_1=W_2S_1-W_2V=40\frac{1}{2}-7\frac{1}{2}=33=33M$$

同様にして対角線②の視距離を求めると24.2M，対角線③は$17\frac{56}{75}M\fallingdotseq17.75M$，対角線④は$13\frac{16}{1125}M\fallingdotseq13.0M$，また挿図19ａで仮定した対角線⑤の視距離は$9\frac{9176}{16875}M\fallingdotseq9.5M$となる。なおこれら５つの視距離は８－Ｂ－６°の注１でふれた５つの層の幅と同じく，公比$\frac{11}{15}$の等比数列となっている。たとえば$33M\times(\frac{11}{15})^4=9\frac{9176}{16875}M$となる。

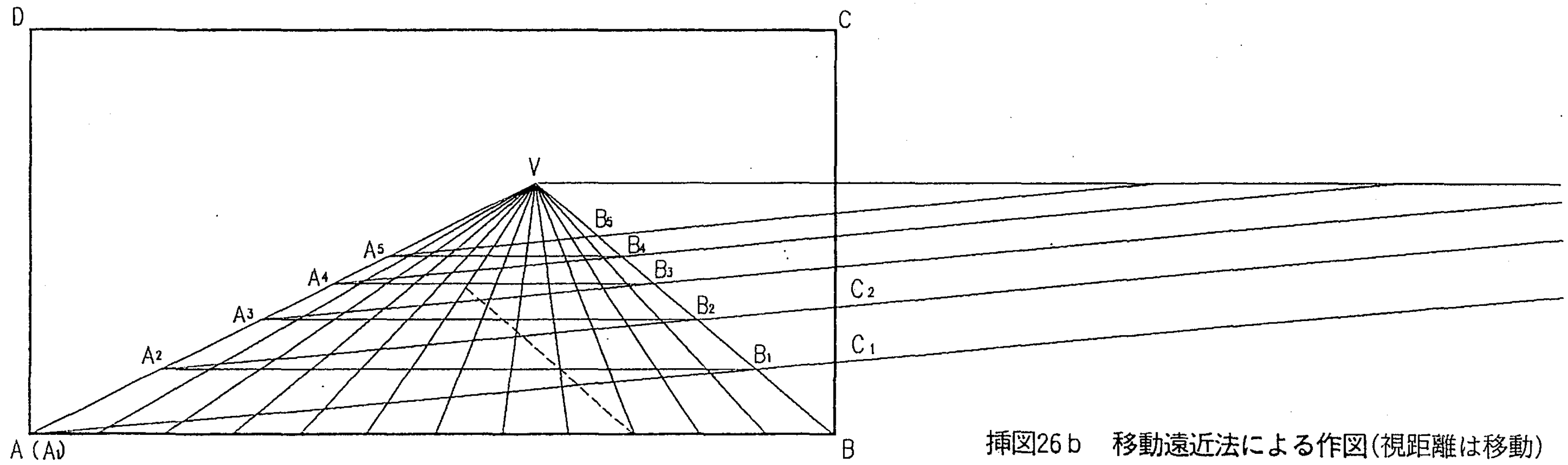
（注２）ここで求めた対角線①の視距離33Ｍはモデュール線12Ｍの2.75倍となる。この視距離に関してはたとえば図版14のような作図をしている Sanpaolesi（1954）p.40は「消失点と素描の左の縁までの距離の4,5倍」と述べており，その場合には視距離はほぼ33Ｍとなる（つまり彼の言う「左の縁」を私の言う「左の枠」に読みかえてみると，消失点と左の枠との距離は7.5Mなので視距離は7.5M×4.5＝33.75Mとなり，ほぼ33Ｍである)。Degl'Innocenti（1978）p.282-3は素描の視距離を画面の幅の2.5倍とも約３倍とも述べている。Veltmann(1986)p.339；Plate4-2も，画面の幅の３倍としている(図版14ａ)。

5°結局この素描の視距離について整理してみると（１）平面図の幅60Ｍ（つまり碁盤目状の舗床の上辺の区画数60個)と画面の幅12Ｍとの関係からは，視距離は15Ｍとなる。（２）４本の対角線（45度線）からは４つの異なる視距離（33Mから13M）が導かれる。

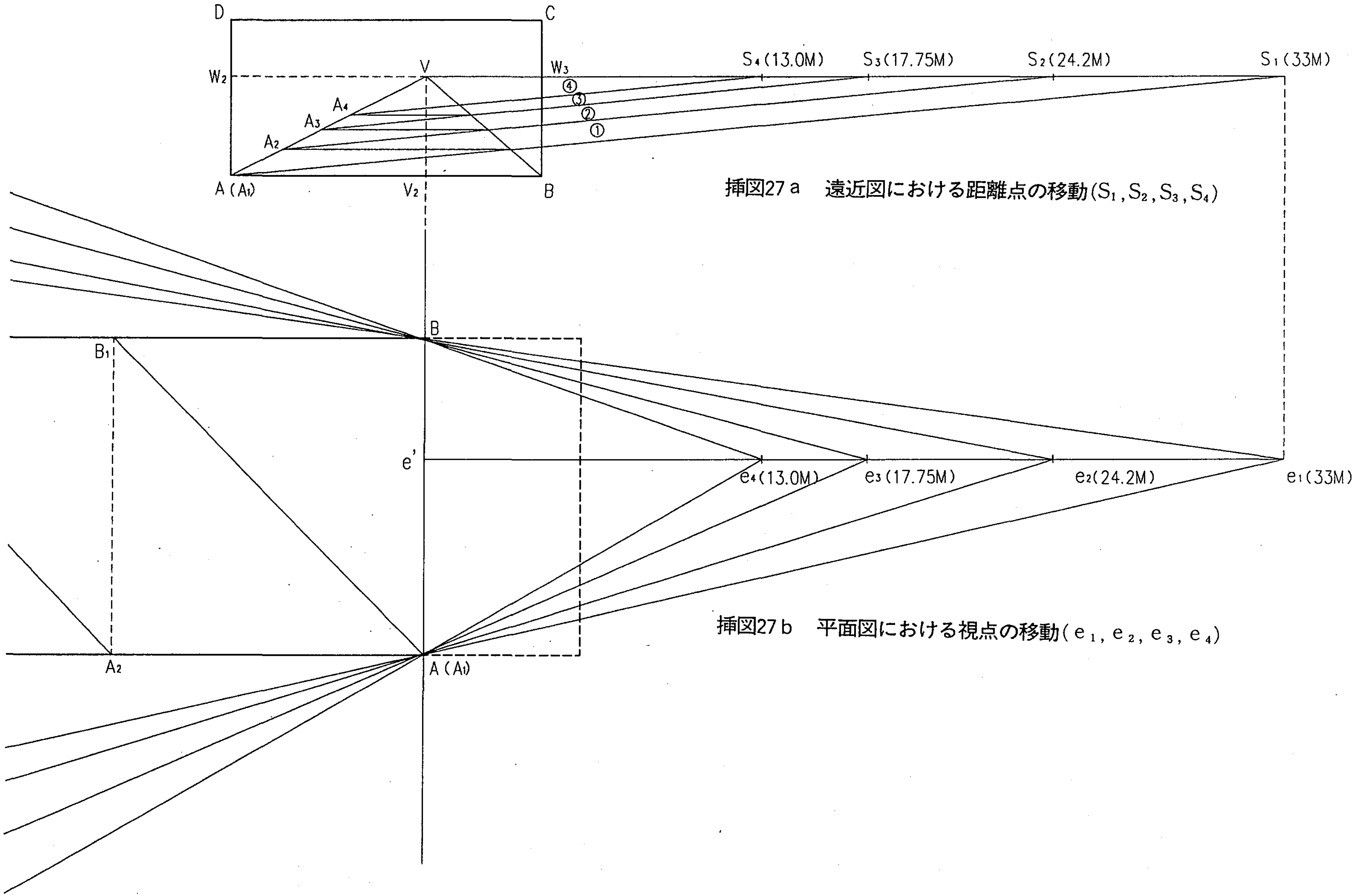
上の（２）のように視距離が変化する場合には視界もそれに呼応して変化する。挿図28



挿図26ａ：距離点法による作図(視距離15M)

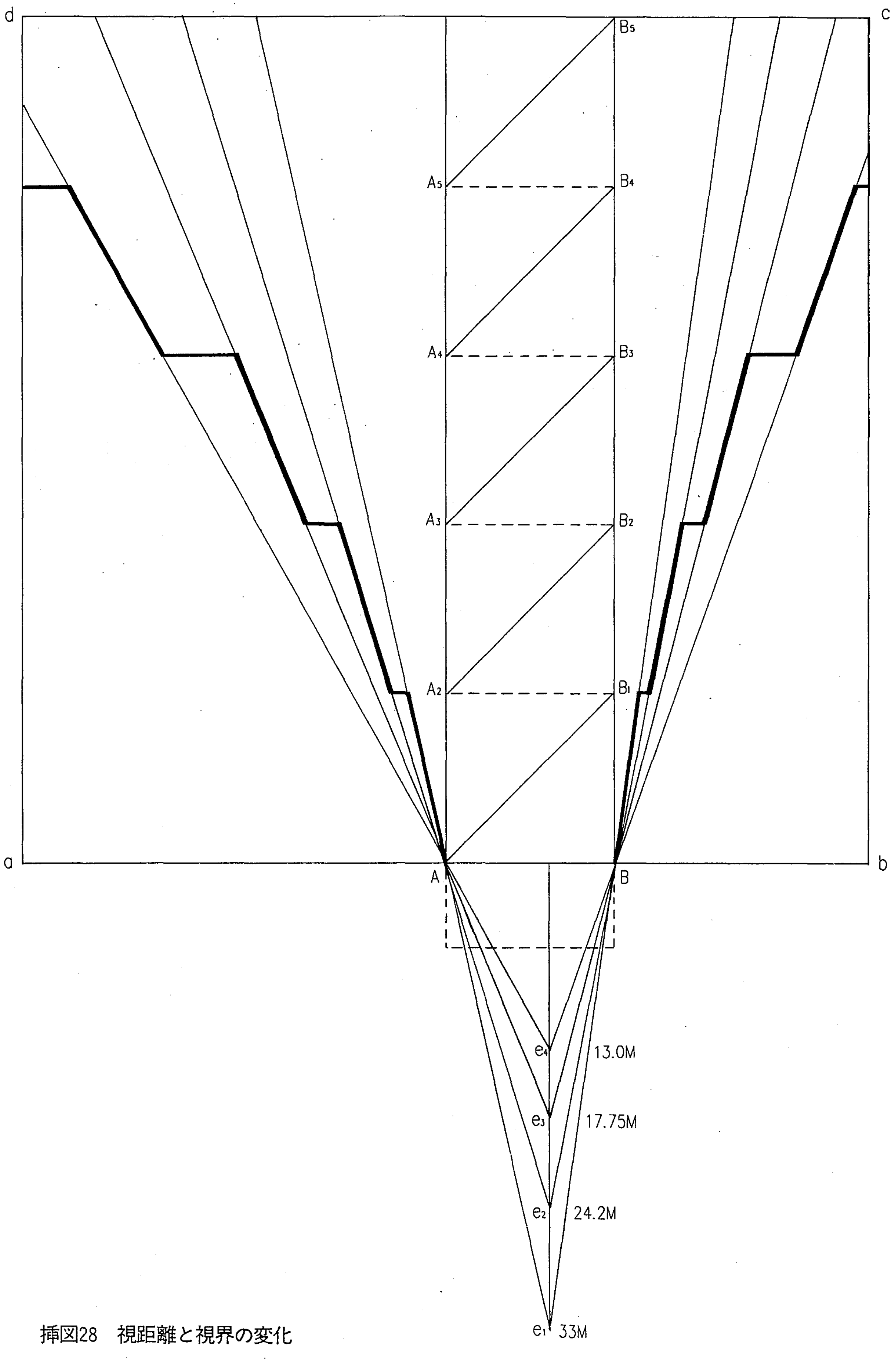


挿図26ｂ　移動遠近法による作図(視距離は移動)



挿図27ａ　遠近図における距離点の移動(S_1, S_2, S_3, S_4)

挿図27ｂ　平面図における視点の移動(e_1, e_2, e_3, e_4)



挿図28　視距離と視界の変化

のように，たとえばAA_2間の第1層は視点がe_1にあり，視距離は33Mであるが，A_2A_3間の第2層になると視点がe_2，視距離24.2Mに移る。そのため太線で示した視界は，第1層と第2層との境界で不連続的な変化を起こす。この視界の変化は各層間で起こるわけだが，横断線の幅も同じ様な不連続的な変化を各層間の前後で起こしている（本素描のような小さな図面ではきわめて微少な変化なので肉眼ではほとんど判断できないが)。

このような特殊な遠近法によってレオナルドは何を意図していたのか，またその利点は何なのか。本節3°で述べたようにおそらくレオナルドは通常の線遠近法（挿図26a）では碁盤目状の舗床の横断線の幅が上方のものほど急激に密になってしまい，本素描のように60区画もある場合には作図が実際上不可能であることに気づいていたのであろう。こうして視点の一定した遠近法の欠点を補うためにレオナルドは，視点を移動させながら「遠くのものをより大きく」(第Ⅲ層や第Ⅳ層など)「近くのものはより小さく」(第Ⅰ層など)見える方法を考えついたのではなかろうか(挿図26b，27a，27b)。そして本素描のように舗床の横断線の数の多い空間では，この視点を移動させる方法による作図の方がより自然な視覚像が得られるのである。

6°レオナルド が通常の遠近法にあきたらず曲面遠近法やアナモルフォシスを研究していたことはよく知られている。本素描のように平行な対角線によって得られる，横断線の幅の穏やかな変化は，曲面遠近法によって得られるものに近似するものがある（図版10，Veltman,p.162)。

したがって，本素描においてレオナルドが用いている作図法は，それなりの目的と合理性を備えたひとつの遠近法といえる。この方法を私は「移動遠近法」moving perspective あるいは「平行対角線遠近法」parallel diagonals perspective と名付けてみたい。こうした平行対角線遠近法の類例は現在のところレオナルドの他の素描や手稿のなかに見いだされない。本素描が第1フィレンツェ時代の1480年頃の制作であることを考えると，レオナルドはこの方法をはやくに放棄し，かわって曲面遠近法のような方法を追求していったのかもしれない。

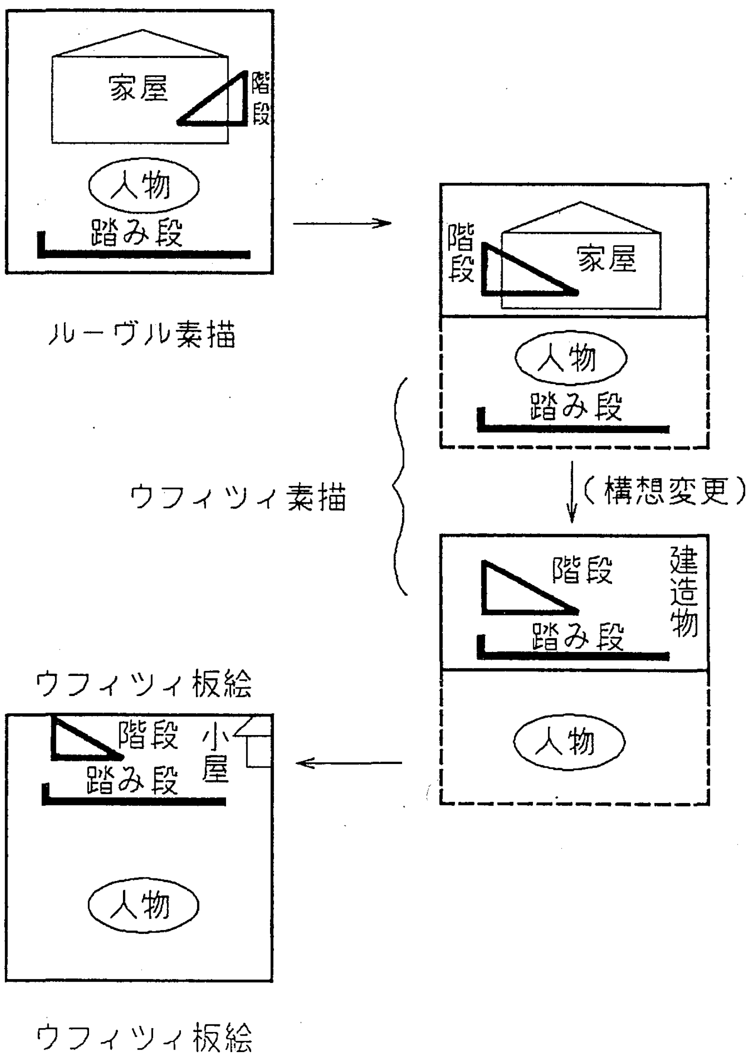
13. その他

A. 踏み段

1°最前景にある数段の踏み段については，素描に残された筆の跡（とくに紙面左下に見られる踏み段の角(かど)の描き直し）からも明らかなように何度か構想の変更がある。こうした構想変更について考えるに当たっては，ウフィツィの本素描よりも以前に描かれたと思われるルーヴル美術館の素描（図版3）や，最終的な構想となるウフィツィ美術館の板絵（図版2）を比較検討してみる必要がある。 まずルーヴルの素描(28×21センチ)においては，聖母やマギを

中心とする最前景の「人物群」のさらに手前に３段ほどの「踏み段」がある。人物群の背後には崩壊したレンガ積みの壁が向かって右隅にかいまみられる。さらにその背後には廃虚を利用して建てられた粗末な「家屋」があり，その右には２つの「階段やアーケード」のある建造物がみられる。これに対しウフィツィの板絵（246×243センチ）では聖母子やマギたちの「人物群」は，もはや碁盤目状の舗床の上ではなく，大地か岩の上のようなところに集まっている。当然ながら「踏み段」は最前景にはなく，人物の背後に置かれている。また「階段やアーケード」のある建造物は右から左に移り，粗末な「小屋」（かいば）は右上の隅にそれらしきものの一部が見える。

こうした変更を考慮に入れながらウフィツィの素描を眺めるてみると，この素描が様々な点でルーヴルの素描とウフィツィの板絵との中間段階にあることがわかる。ウフィツィの素描の特色は，（１）聖母子やマギを含んでいないことから明らかなように，あくまで背景の部分のみの構想図である（先の２点がともにほぼ正方形に近いのに対し，本素描は２：１の長方形である）。（２）ルーヴルの素描では中心位置を占めていた粗末な「家屋」はウフィツィの



挿図29

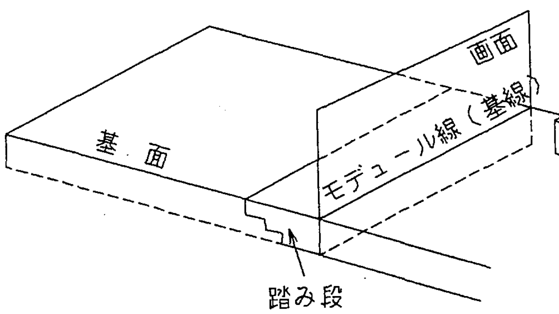
素描にも見られるが，粗いスケッチで終っていることからもわかるように，やがて中心からはずされ，代わって右隅の建造物となり（のぞき込む人物は降誕したイエスを礼拝する牧者か），最終的にはウフィツィの板絵に見られるような右上隅の粗末な「小屋」に変えられた。（3）ルーヴルの素描では人物群よりも前景にあった「踏み段」が，（人物群の背後と考えられる）背景に置かれる。

おそらくレオナルドは本素描の作成の途中で背景と人物とを踏み段で仕切ることを思い立ったのであろう。このような構想の変化を図式化すると挿図29のようになろう。

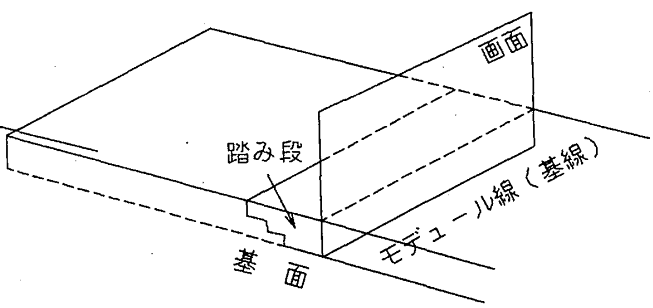
2°　この踏み段に関する構想の変更は，本素描の空間構成にもおおいに関連してくる。つまり「基面」をどこに置くかという問題である。レオナルドは当初から踏み段を念頭においてこの素描の空間を構想したのではなく，基盤目状の舗床を完成した後で，いわば追加するように最前景を踏み段にしたのである（レオナルドの頭の中ではこの素描の作成の最初の段階から踏み段を予定していたとしても，実際に踏み段が作図されたのは後の段階である）。つまり挿図30ａのように踏み段は基面より低いところに（基面を地面と考えるなら，いわば地下に降りるように）構想されたと考えるべきであり，挿図30ｂのように踏み段の最下部を基面と考えるべきではない。左列にある角柱の基部の位置も同じ様な基面を念頭に置いて考えなければならない（挿図31）。つまり（1）まず最初の構想にあった基面上に柱の位置を決定した（図の黒い部分；このように考えればヴォールトは6Ｍ×6Ｍの正方形となる）。（2）その後基面より低い位置に踏み段をつくった。（3）その踏み段の最下部にあわせて柱も下方にのばし基部をつくった（挿図31の点線部分）。

（注）Degl'Innocenti（1978）はこうした点を明確にせぬまま再構成しているため（図版17），彼自身述べているようにきわめて無秩序な幅をもった踏み段や位置のおかしな角柱となっている。この点においてもThiisの方がはるかに整合性のある再構成をしている（図版11）。ただし9つのヴォールトによるアーケードのうち両端のヴォールトは不要と思われるが。Carpiceci（1978）の再構成（図版15）のうち舗床の壇の左下四分の一の再構成（図版15の中央図7）はほぼ正しいように思われる。しかし，いずれの研究者も基面と踏み段の関係については論じていない。

3°　この踏み段は左下の隅の描きなおしから推測されるように少なくとも3度にわたって変

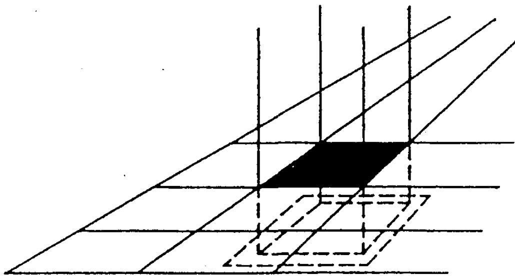


挿図30ａ　正しい基面の設定



挿図30ｂ　不適切な位置の基面

更され，最終案は濃いインクと鉛白によって描かれた部分と思われる。２つの階段にはさまれたアーケードに変更（描き直し）が全く見られないことと比べて考えるならば，この踏み段については構想が未成熟であったことを示しているのかもしれない。踏み段の部分は手前から第16番目の区画までであり，17番目以上が平坦な碁盤目状の舗床の続く壇である。（挿図32ｂ参照）



挿図31

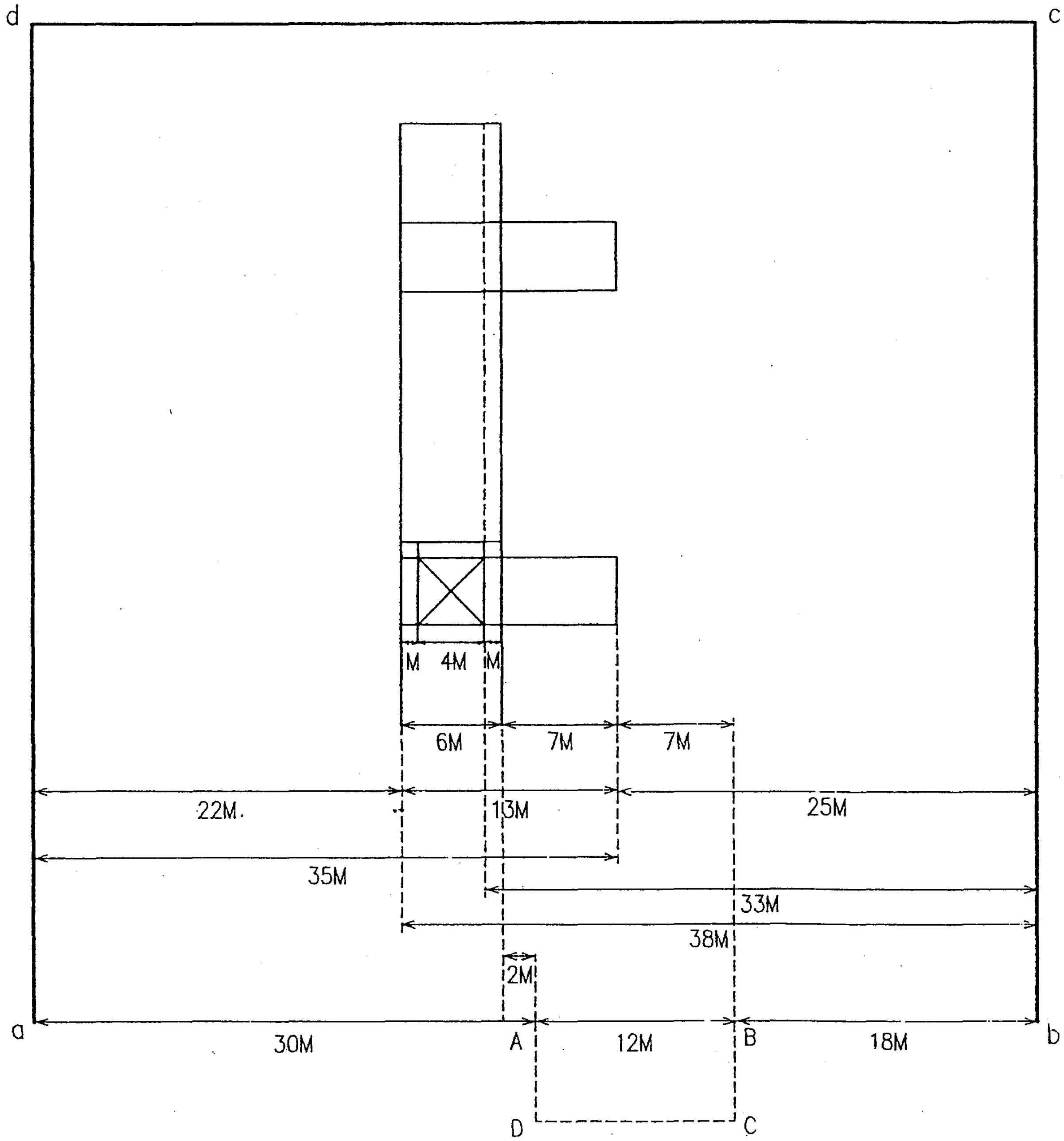
B．「横幅」方向の比

1° 平面図に変換した時奥行き方向にみられる見事な整合性（挿図23ｂ）に比べると「横幅」方向には整合性が見いだしにくい(挿図32ａ)。こうした横幅方向の無秩序は，まるで奥行き方向の秩序を際だたせるためにレオナルドが仕組んだ作意ではなかろうかと考えたくなるほどである。建造物が奥行き方向において対称となっているのに対して，横幅方向においては対称となっておらず，また右側には目立った建物が欠け，（板絵でもそうであるように）さらに右側に舗床が連続するように見えることも，整合性に欠けるひとつの理由なのかもしれない。ここでやや強引な解釈になるが，横幅方向の無秩序を秩序に転換できるひとつの仮説を考えてみたい。

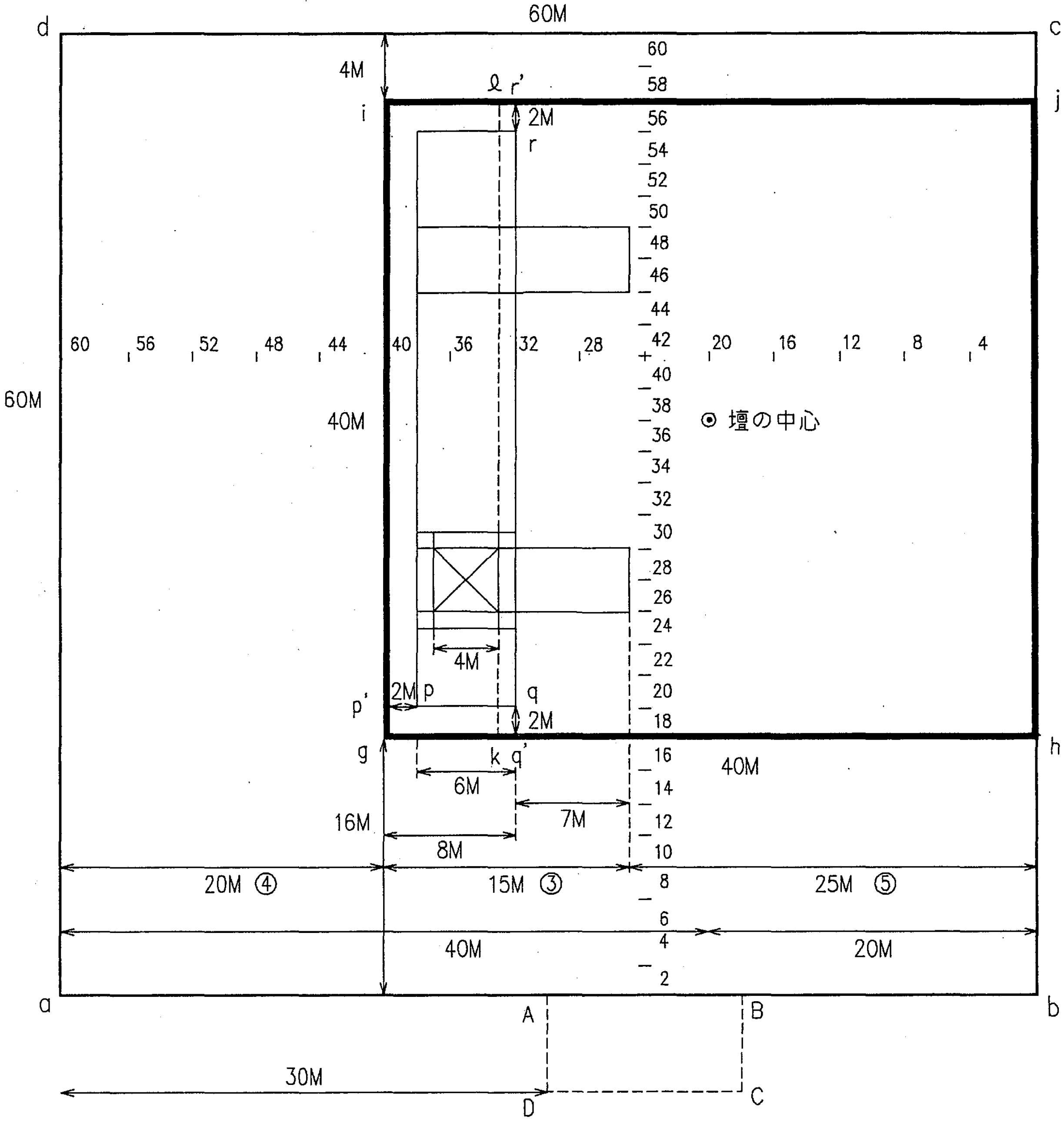
2° 本節のＡ―３° で述べたように平坦な碁盤目状の舗床の壇は手前から第17番目の区画から始まる。つまりアーケードと踏み段との距離は２区画（２Ｍ）となるので（挿図32ｂのｑｑ′）アーケードの奥も同様に２区画（55番目と56番番目の区画）あると考えられる（同図のｒｒ′）。その時碁盤目状の舗床の壇の奥行き（同図のｑ′ｒ′）は17番目から56番目までの40区画（40Ｍ）となる。

次に碁盤目状の舗床の横幅方向を見てみると，素描では右から33番目までが平坦な壇となっている（同図のｋ１まで）。つまり本素描を見る限り，アーケードの右列の柱は舗床の壇上にあり，左列の柱は踏み段より下の面にあるのである。

次からいささか強引な仮説になるのであるが，レオナルドの当初の構想ではアーケード左列の柱も平坦な碁盤目状の舗床の壇上にあったと仮定してみよう（ルーヴルの素描をみるとそのような仮説も不可能ではない。また本節のＡ―２° で述べたように左列の角柱の位置は基面である碁盤目状の舗床の壇によって決定されていることも想起すべきである：挿図31)。そして奥行き方向と同じく２区画とってみると(挿図32ｂのｐｐ′)，壇全体の横幅が奥行きとおなじく40区画となる（同図のｇｈまたはｉｊ)。



挿図32ａ　横幅方向の比(1) —— 無秩序



挿図32ｂ　横幅方向の比(2) ―― 仮説による秩序

3° 碁盤目状の舗床の壇がもし挿図32ｂのように奥行きと横幅がともに40Mであったならば，挿図32ａで見たような無秩序は一変してきわめて秩序ある空間に変貌する。壇の部分と壇以外の部分の比は40M：20M＝２：１となるし，（２M，４M，６M，８M，16M），（15M，20M，25M，30M，40M）といった秩序立った長さがあらわれてくる。とくに20M：15M：25M＝４：３：５がきわ立つ。

むろん私自身この仮説に拘泥するわけではなく，かなり無理のあることを認める。しかしこのように考える時きわめて整合性のある平面図がえられることも確かなのである。あるいはレオナルドが意図した以上のものを求めているのかも知れないが。

C．建造物（「高さ」方向の決定）

1° 「横幅」方向についてはやや強引な仮説を立てないと秩序ある比例関係が見出せなかったが，「高さ」方向についてもじゅうぶん納得のゆく比例関係は得られていない。要するに建造物の「高さ」がどのような基準で決定されていったかということであるが，レオナルドがここで新しいモデュールを導入したというよりは碁盤目状の舗床の１区画分Mやモデュール線12Mをこの「高さ」方向においても利用したと考えた方が自然であろう。しかし側面図に変換していろいろと計測してみたが，現在のところ合理的で秩序ある比は見いだせていない。高さおよび横幅方向において奥行き方向の場合のような整合性が見つけにくいのは，側面図や平面図における数理的秩序よりも画面という２次元平面における視覚上の自然なバランスを優先させたからかもしれない。

遠近法とは何よりも「奥行き」に対する感覚と思考であり，線遠近法は３次元における奥行きを合理的・客観的に平面上に変換させる方法であった。また変換の難しさは「横幅」方向や「高さ」方向にあるのではなく，「奥行き」方向にあるのである。こうした奥行きに対する強い関心があってこそ奥行きにおける数理的比例も生まれたのであろう。

2° 本節のA―1° で述べたような構想の変更（とくに家屋の変更）にみられるように，建造物についてはレオナルド自身の構想自体が揺れ動いていたのであるが，このことも数理的秩序を見いだしにくい理由かも知れない。

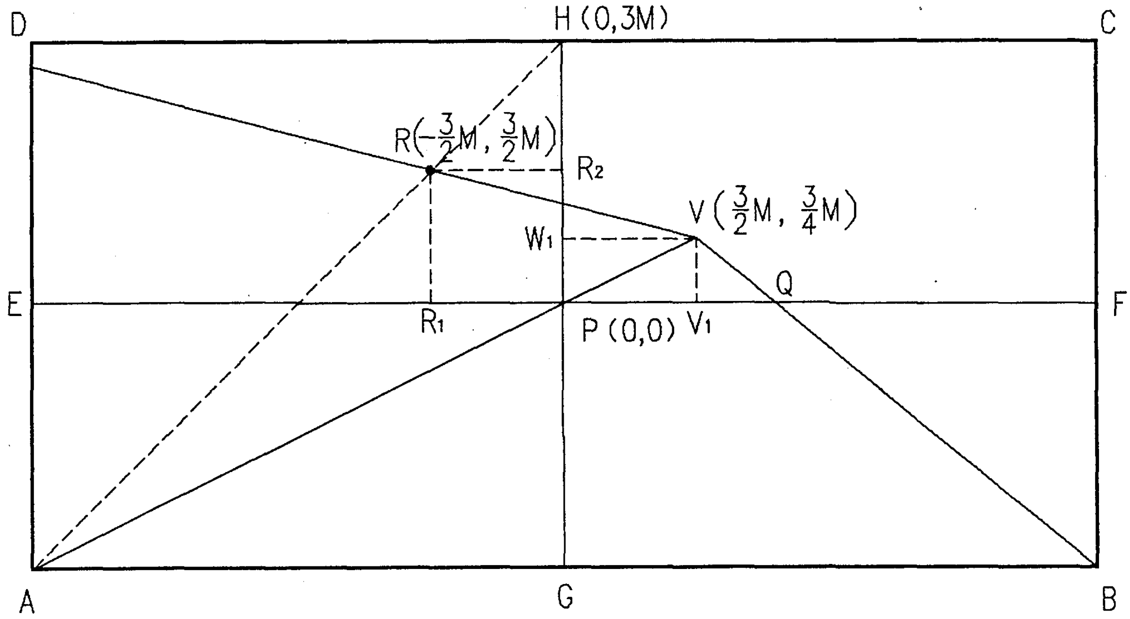
（注） Kemp (1981) p.73-74はほぼ中央にそそり立つ柱をこの素描の構図の幾何学的中心であると重視しているが，厳密にいうならば中央からやや外れているし（図版６），また板絵の段階では完全にこの柱の支える家屋は中央部からはずされてしまうのである（挿図29）。

しかし左半分に描かれた階段とアーケードのあるテラスについては，変更（描き直し）もなく緻密に作図されており，レオナルド自身のイメージは明確であったはずである。この部分を観察してみると，階段とテラスの壁の接する部分を中心にスティルス（鉄筆）による強い切込み線が多数残されており，またこの部分の建物の角角には針孔があることから，

レオナルドが慎重に作図を進めたことがわかる。つまり挿図23ａのような平面図を念頭に置きながら，可能な限り厳密に作図をしたのであろう。

問題はテラスの「高さ」の決定であるが，その高さはおそらく消失点の位置との関係から導かれたのではないかと思われる（つまり側面図における高さを考慮したというよりも，画面上におけるバランスから決定されたと思われる)。すなわち挿図33に見るように中心Ｐから左に$\frac{3}{2}$M，上に$\frac{3}{2}$Mの点Ｒは，消失点Ｖと密接に関連するような位置にあるが，この点Ｒが奥の階段と接する中央部のアーケードの角に「正確に」一致するのである（図版６も参照)。この点Ｒと消失点とを結んで直線を引けば，自動的にテラス全体の高さが決定される。まだ研究不足の点もあるが，現在のところこれが最も可能性のあるテラスの高さの決定方法と思われる。

(注)　なお点Ｒは，挿図33のように点ＡとＨを結んだ直線上にあることも気になる事実である。



挿図33　テラスの高さの決定（点Ｒ）

III. 結

14. まとめ

1°以上述べた本論ではレオナルドが作図したと思われるおよその順序に従い，細かな観察データをまじえながら，本素描の空間構成と数理的秩序を解明してきた。ここでは本論で詳述したことの要点を整理し，レオナルドの脳裏にどのような空間と比例があったのかを推理してみたい。

（1）平面図：レオナルドが本素描で構想していた全体の空間は挿図23ｂのような60M×60Mの空間であろう。左側に設けられた対称形の２つの階段のあるテラスの建造物は，６M×６Mのヴォールト（柱を除くと４M×４M）が７個並び，奥行き全体で36Mである。また仮説性が強いが，平坦な碁盤目状の舗床の壇は当初40M×40Mであった可能性がある（挿図32ｂ）。

（2）視距離と構図の枠：60M×60Mの平面図に対し，視距離は60Mの４分の１である15M（挿図25ａ），構図の枠の横幅は60Mの５分の１である12M(モデュール線となる)，また縦幅はその半分６Mである（挿図２）。ただし視距離の概念は（４）の段階で変質する。

（3）消失点：挿図４のように消失点の位置は構図の枠を縦横ともに５：３の比に分ける点で，これは黄金比にきわめて近い簡単な整数比である(挿図13)。消失点とモデュール線上の等分点とを結び，13本の直交線を引く（挿図11ａ）。

（4）対角線と横断線：画面の下半分をしめる碁盤目状の舗床の奥行き方向を60区画に分けるためには，５本の対角線をひき，直交線との交点上を通る60本の横断線(モデュール線を含めると61本)を求めればよい。しかし挿図26ａのような通常の線遠近法の作図ではこの横断線の幅が上の方ではきわめて密になってしまうので，挿図26ｂのような「平行対角線遠近法」を用いてより緩やかな幅の横断線を作図する。この方法では視点は不動ではなく徐々に移動し，本素描の場合挿図27ａのように33M，24.2M，17.75M，13.0Mと変化する。しかしこの方法を用いても本素描のように小さな画面では60本もの横断線をひくことは難しく，挿図15ｄのように第Ⅳ層では10本の横断線，第Ⅴ層では(対角線も放棄され)９本の横断線しか引かれなかった。なおこうした対角線や横断線は挿図21のように紙葉の天地を逆さにして作図された。また挿図19ａのように２本目の対角線の始点A_2を（２M，M）に置くと，５本目の対角線の終点B_5は，舗床の上辺上の点Qにきわめて近い点となる（理論上）。

（5）直交線：すでに（３）の段階で13本の直交線は引かれているが，同じ間隔で碁盤目状の舗床の上辺を挿図22ｂのように60等分し（その幅$m=\frac{M}{5}$），その他の直交線を完成させる

(挿図22d)。このときＥＰ：ＰＱ：ＱＦ＝30m：12m：18m＝５：２：３となる。

（６）建造物の高さ：（１）の平面図の構想に従って，階段やアーケードの位置を決定する。テラスの高さはおそらく挿図33のように中心ｐから左に$\frac{3}{2}$M，上に$\frac{3}{2}$Mの点Ｒを基準にして決定された。

（７）踏み段：これまで見てきた碁盤目状の舗床が基面となるが，踏み段はこの基面よりも低いところに（基面を地面と考えるなら，あたかも地下に降りるように）付け加えられた（挿図30ａ)。左列の角柱の基部も，この踏み段の最下部に合わせて引き伸ばされた（挿図31)。

2゜本素描の空間構成の〈関係式〉は以上述べたことでかなりの部分が解明できたのではないかと思われる。しかし私自身かなりの紆余曲折を経てこうした結論に達したことを考えると，まだまだ隠された部分があるとも思えてくる。あるいはレオナルド・ダ・ヴィンチが意図した以上のものを追い求めているのではないかと危惧もする。いずれにしても本素描には驚くほど精緻な数理的秩序が隠されていることは明らかである。秩序というよりも神秘あるいは魔術とさえ言えるようなこのような空間は，著名なピエロ・デッラ・フランチェスカの《笞打ち》の例をあげるまでもなく，すでにレオナルド以前のルネサンスの画家たちによって試みられていた。しかしレオナルドはこの素描において全く新しい構成方法による遠近法（平行対角線遠近法）を試みることで，それまでの15世紀的空間を乗り越えようとしたのではなかろうか。

(注)　本稿において十分解きあかすことのできなかった問題を以下に記す。今後の課題としたい。

（１）５本目の対角線の終点B_5がＱとほぼ一致することをどのような計算によって導いたのか。8―Ｂ―6゜とその注を参照。

（２）モデュールⅧ上の９等分ｎはどのような役割をしているのか。C_1のｙ座標がＭ＋ｎであるのは単なる偶然なのか。８―Ｂ―３゜とその注を参照。

（３）「平行対角線遠近法」の例は本素描以外にないのか。12―６゜参照。またその歴史的な位置づけ。

（４）碁盤目状の舗床の壇を40Ｍ×40Ｍと考えるのは誤りか。13―Ｂ参照。またこれに代わるより合理的な横幅方向の比例関係はないのか。

（５）建造物の細部はどのようなモデュールにもとづいているのか(13―Ｃ参照)。踏み段はどのように変更されていったのか（13―Ａ―３゜参照)。

（６）本素描の緻密な空間構成は，ウフィツィ美術館の板絵においてどのような変更が加えられたのか。この板絵の空間との比較については小山氏（1972)，片桐氏（1988）および柏木氏（1990）の論文を参照されたい。なお片桐氏は1991年10月の美学会全国大会の折，本素描と板絵との遠近法の相異について、パソコンを利用した興味深い発表をされている（「美学」第42巻第３号（167）ｐ.62参照)。

[参考文献] 本素描についての詳しい文献は Pedretti/Dalli Regoli (1985) p.85を参照されたい。ここでは本稿でふれた空間構成に関係するもののみをあげる。

Carpiceci (1978): A.C.Carpiceci, L'architettura di Leonardo, Firenze, 1978

Degl'Innocenti (1978): Giovanni Degl'Innocenti, 'Restituzioni prospettiche' 〔Carlo Pedretti, Leonardo architetto, Firenze, 1978, pp.274-289に所収〕

柏木隆夫「マギの礼拝図考」 関西大学哲学 第14号 1990 pp. 399—420

片桐頼継「レオナルド作『三博士礼拝』図の制作過程に関する試論」 美学 第38巻第4号（152） 1988 pp.48—57

Kemp (1981): Martin Kemp, Leonardo da Vinci, The Marvellous Works of Nature and Art, Cambridge, Mass.1981

小山清男「Leonardo の遠近法について」 図学研究 第10号 1972 pp. 1—12

Marchini (1985) : Giuseppe Marchini, Leonardo e le scale, Antichità viva, XXIV/1-3 (1985) pp.180-185

向川惣一「レオナルドの『人体権衡図』の研究」美術史 129 平成3年（1991） pp.98—113

Panofsky (1940): Ervin Panofsky, The Codex Huygens and Leonardo da Vinci's Art Theory, London, 1940

Pedretti (1979): Carlo Pedretti, Leonardo, Bologna, 1979

Pedretti/Dalli Regoli (1985): I Disegni di Leonardo da Vinci e della sua cerchia nel Gabinetto Disegni e Stampe della Galleria degli Uffizi a Firenze, (ordinati e presentati da) Carlo Pedretti, (catalogo di) Gigetta Dalli Regoli, Firenze, 1985 〔斎藤泰弘訳, レオナルド・ダ・ヴィンチおよびレオナルド派素描集（ウフィツィ美術館素描版画室蔵）, 岩波書店, 1986〕

Sanpaolesi (1954): Piero Sanpaolesi, Leonardo, Saggi e Ricerche, Roma, 1954

Thiis (1913): Jens Thiis, Leonardo da Vinci, London, 1913

Veltman (1986): Kim H. Veltman, Studies on Leonardo da Vinci I, Linear Perspective and the Visual Dimensions of Science and Art, München, 1986

Wright (1983): Lawrence Wright, Perspective in perspective, London, 1983

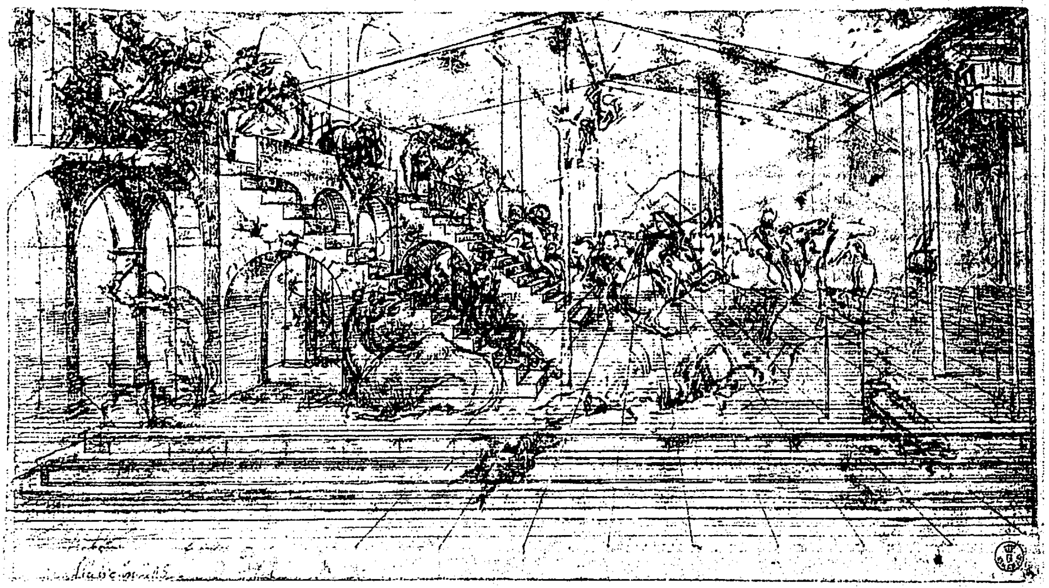
「フィレンツェの美術」（グレン・アンドレスほか） 2巻 日本放送出版協会 1991

［記］ 1990年夏の海外研修の機会を与えて下さった別府大学と研究助成金をいただいた鹿島美術財団に深く感謝いたします。また推薦状を書いて下さった早稲田大学の高橋栄一先生，イタリア文化会館の Giorgio de Marchis 館長，さらにフィレンツェ滞在時に利用させていただいた Gabinetto Disegni e Stampe degli Uffizi および Kunsthistorishes Institut in Florenz (Istituto Germanico di Storia dell' Arte) に厚くお礼申し上げます。

［追記］ 脱稿後，James Elkins, *The Case Against Surface Geometry*, ≪Art History≫Vol.14, No.2(June 1991)pp. 143-174に目を通すことができた。

Elkins は15世紀のイタリア・ルネサンス絵画に surface geometry（画面上の幾何学的秩序）が存在するか否かについて，かなり厳格な洗い直しをしており，その論旨はじゅうぶん説得力を持っているように思われる。おもに H. Wohl, *Domenico Veneziano*, New York, 1980で扱われた作品を再検討した Elkins は，マサッチオやピエロ・デッラ・フランチェスカの活躍した初期ルネサンス時代の作品においても，surface geometry は一般に信じられている程には認めることができないとして，これまでの研究者の分析に対して全般的な疑問を投げかけている。ルネサンスの美術家が比例理論に多大な関心を抱いていたことについては，Elkins 自身も率直に認めているが，具体的な個々の美術作品に surface geometry があるか否かは別の問題であり，美術家は一般的に制作にあたって 'less precise, less formal and more flexible'(p.154)であったとしている。

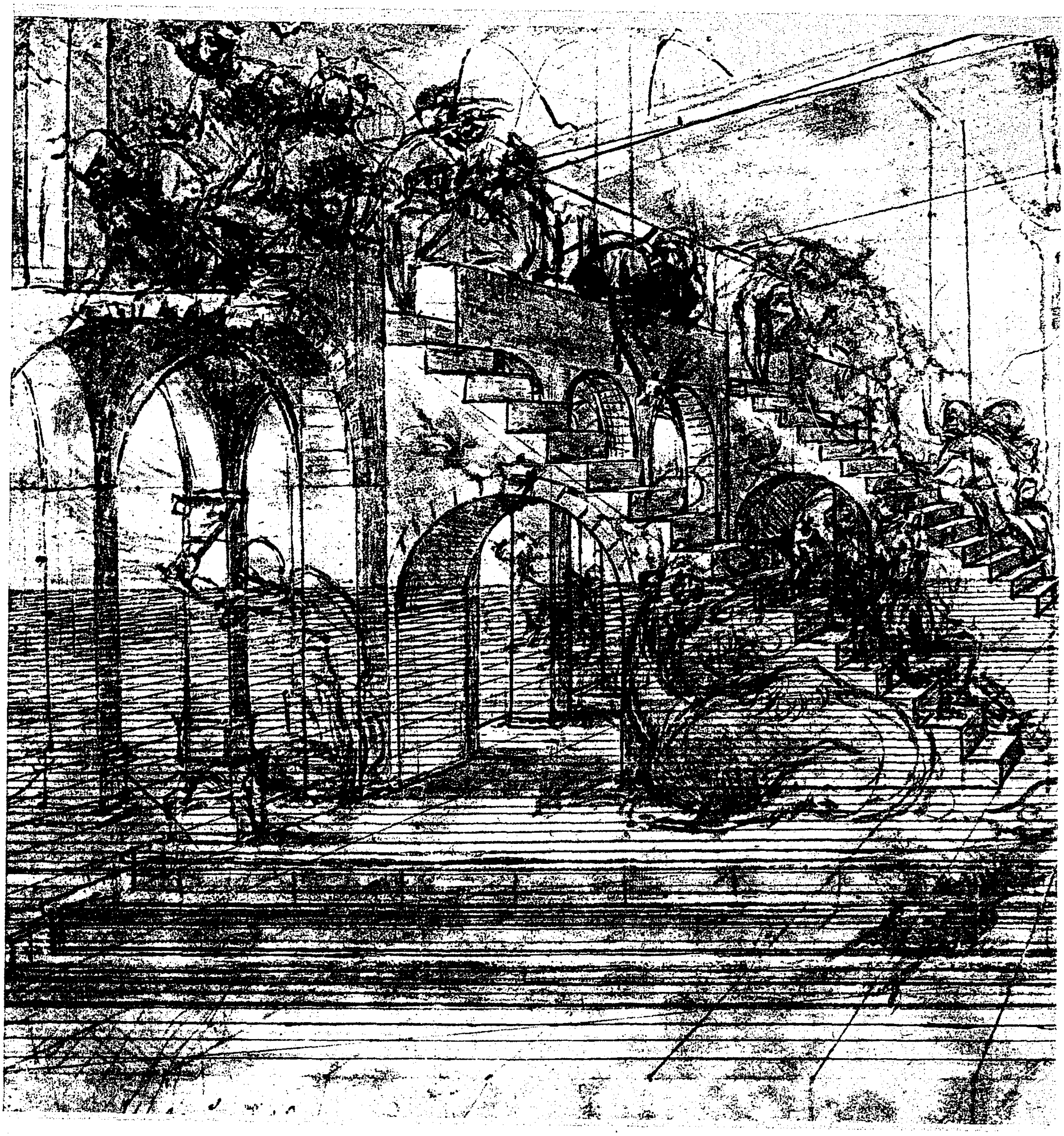
私も Elkins の主張におおむね賛成であり，レオナルドの「幾何学を越えたところから，真の制作が始まる」（裾分一弘，『イタリア・ルネサンスの芸術論研究』中央公論美術出版，昭和61年，p.303より引用）という言葉も忘れてはなるまい。しかし Elkins は画面における数理的秩序を全面的に否定しているのではなく，grid や module を安易にあてはめ勝手に解釈することを戒めているのである。要は個々の作品に最も適した構成原理を捜し出すことではなかろうか。Elkins はレオナルドの作品では≪最後の晩餐≫についてのみ言及しており(pp.145f, 159-161)，画面構成と確かに関係する幾何学的秩序とそうでないものとを峻別し，概して 'perspective grid'（奥行きを示す線）に整合性のあることを認めている。残念なことに本素描については何もふれていない。本稿の序で述べたように実験的性格をもつ本素描にはレオナルドの方法が〈露出〉しており，それを合理的に分析するならば，その成果は今後の研究のひとつの出発点になると思われる。



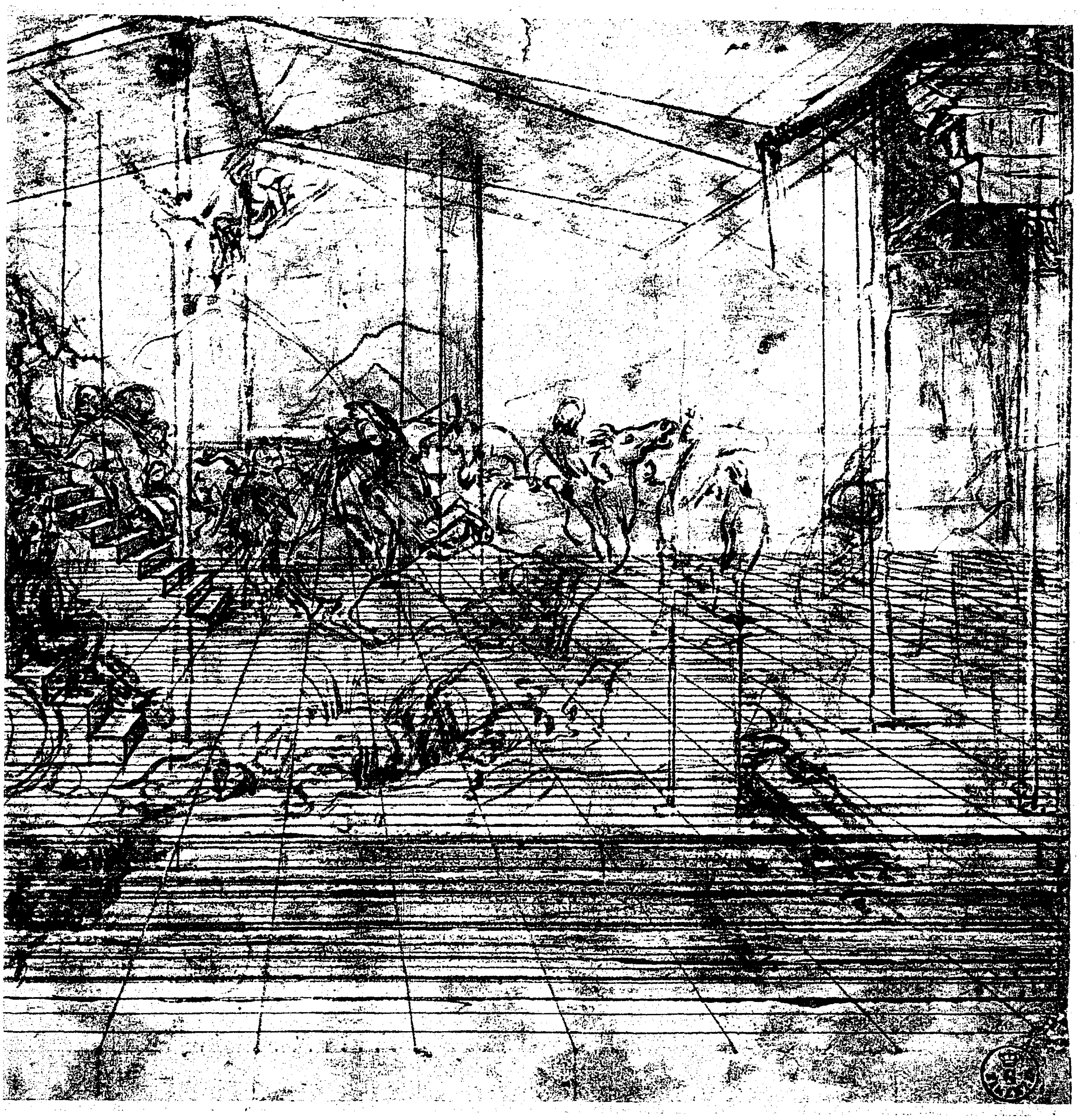
図版１　レオナルド《マギの礼拝背景図》素描
フィレンツェ，ウフィツィ美術館（素描版画室）

図版２　レオナルド《マギの礼拝》
フィレンツェ，ウフィツィ美術館

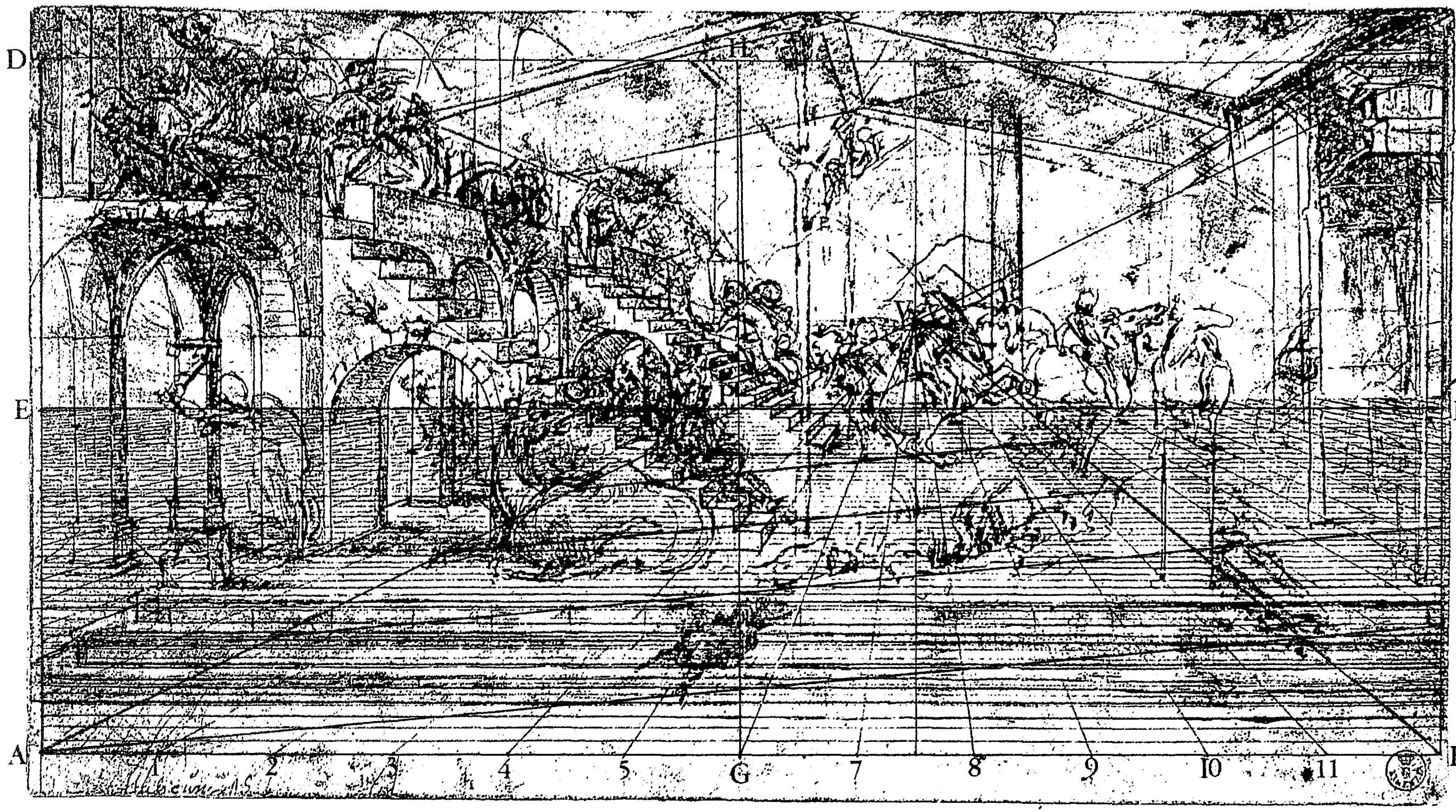
図版３　レオナルド《マギの礼拝》素描
パリ，ルーヴル美術館



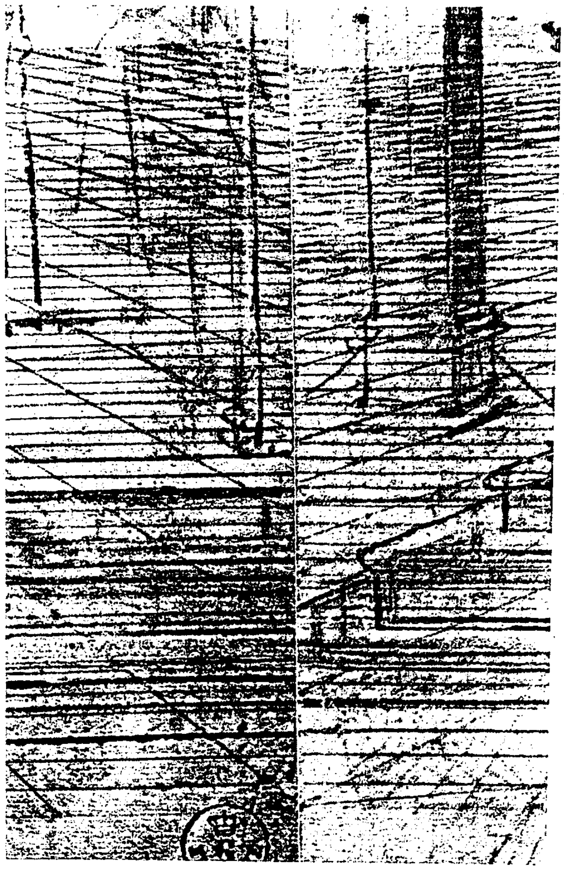
図版４　レオナルド《マギの礼拝背景図》部分（図版１の左半分）
（foto：UFF436E.v　Sop.126400）



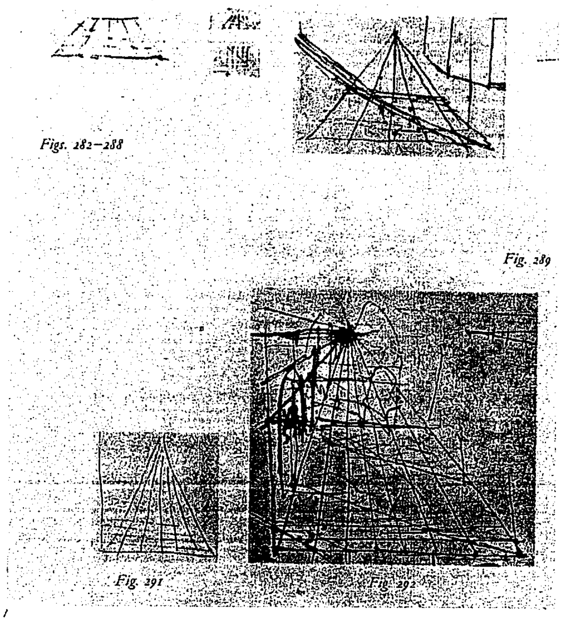
図版5　レオナルド《マギの礼拝背景図》部分（図版1の右半分）
（foto：UFF436E.R　Sop.126399）



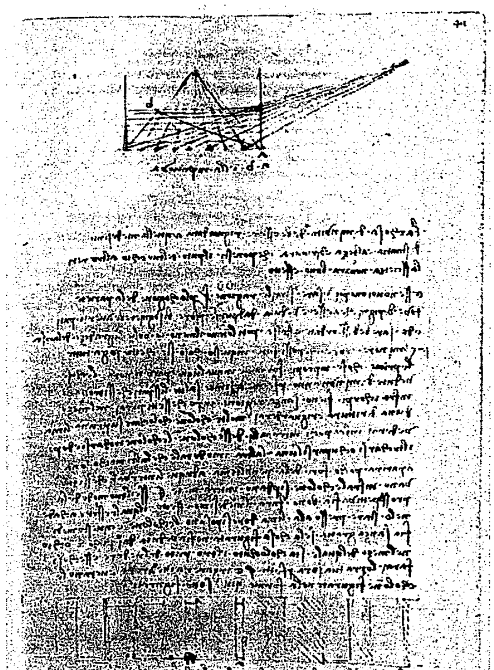
図版６　レオナルド《マギの礼拝背景図》の構図分析（篠塚による）



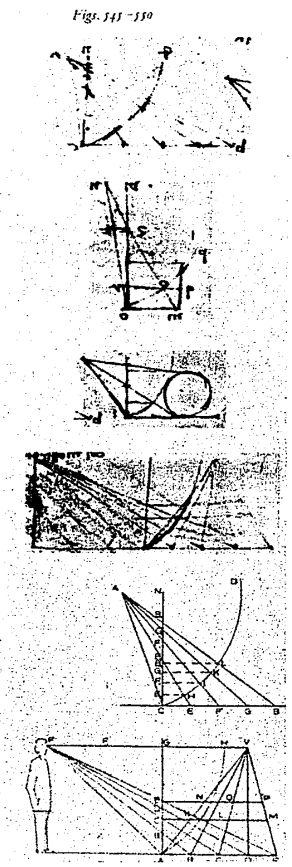
図版７　左右の枠の合成(図版４，５と比較せよ)



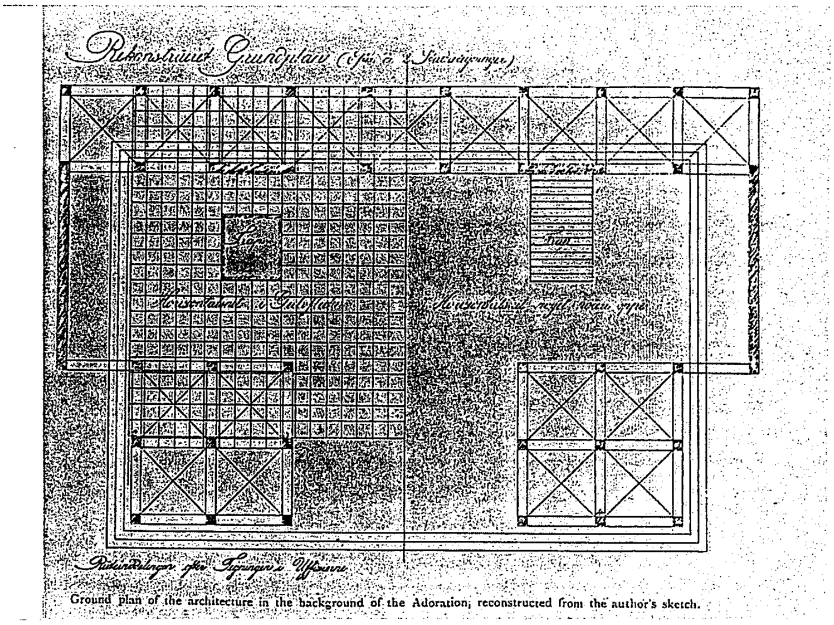
図版８　レオナルドの手稿
(Veltman,1986,p.125より)



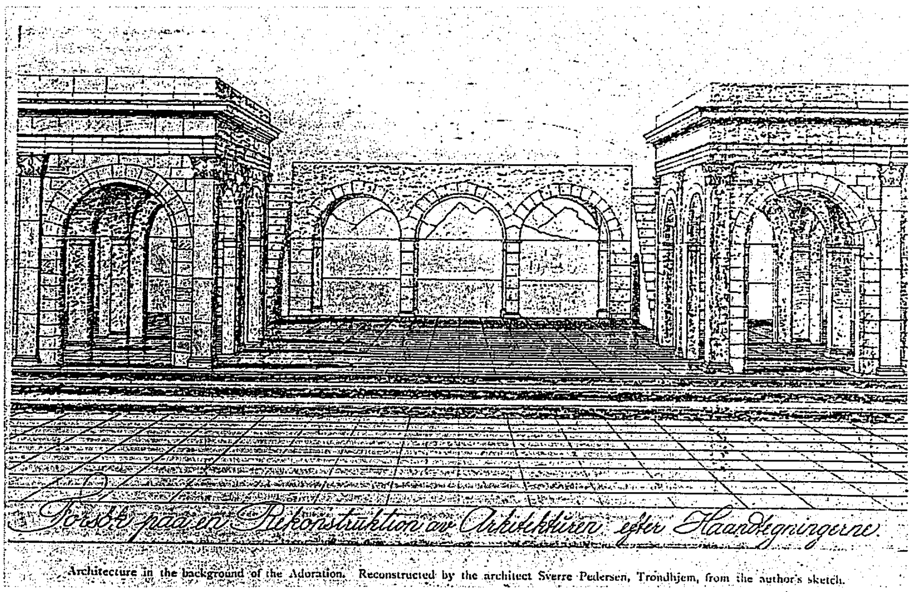
図版９　レオナルドの手稿
(Veltman,1986,p.82より)



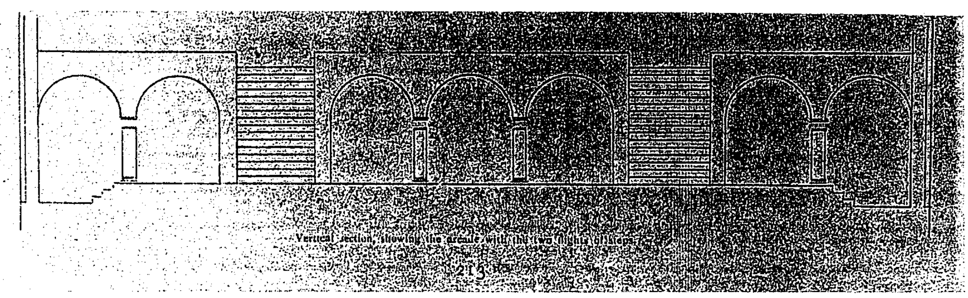
図版10　レオナルドの手稿
(Veltman,1986,p.162より)



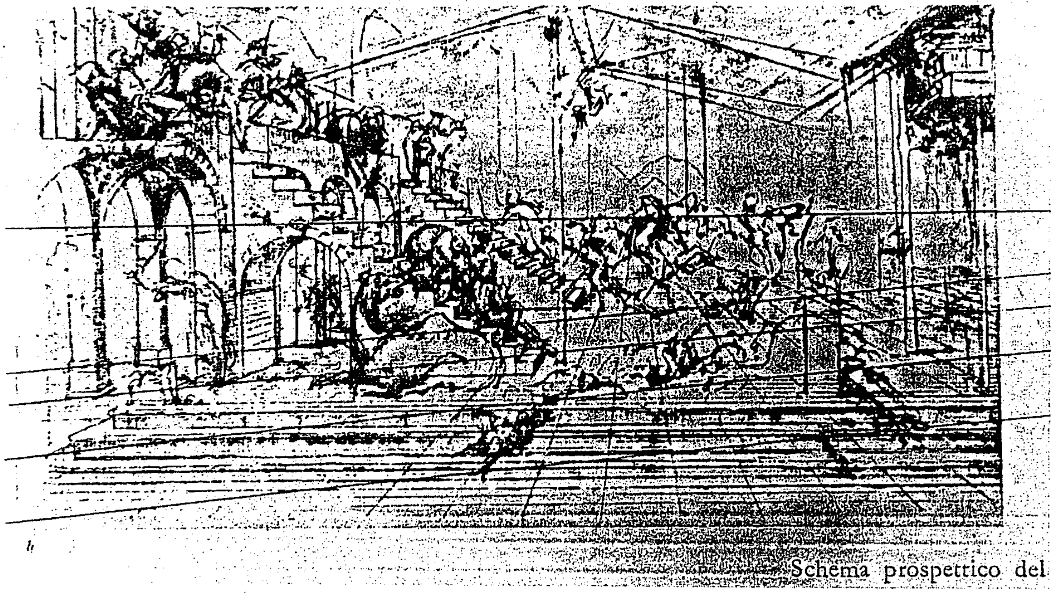
図版11　Thiis（1913）による平面図の再構成



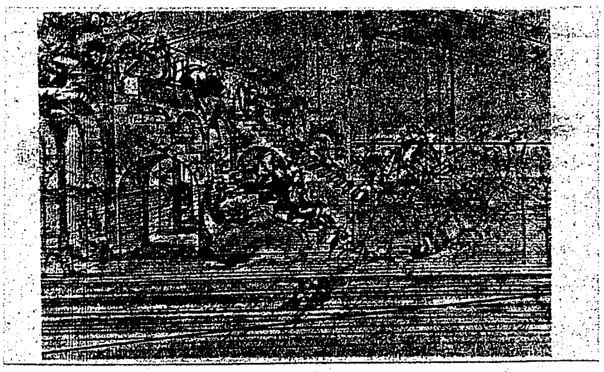
図版12　Thiis（1913）による再構成



図版13　Thiis（1913）によるテラスの再構成

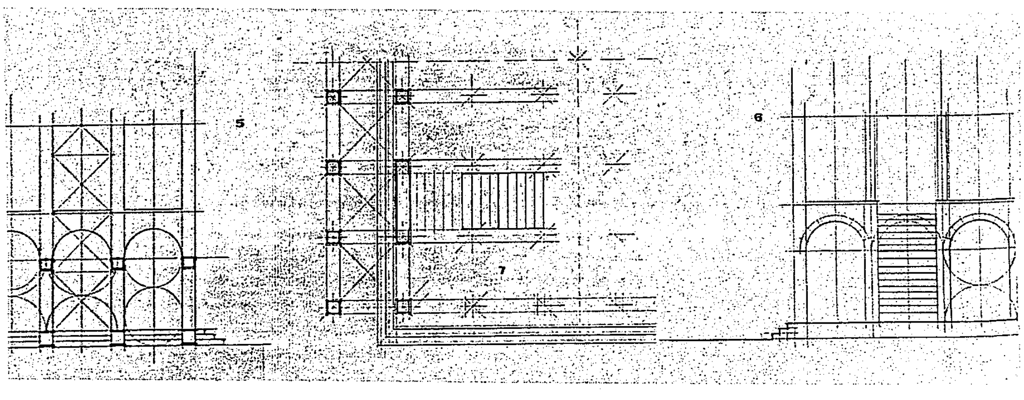


図版14　Sanpaolesi（1954）による対角線の指示
（素描の枠外の部分は省略）

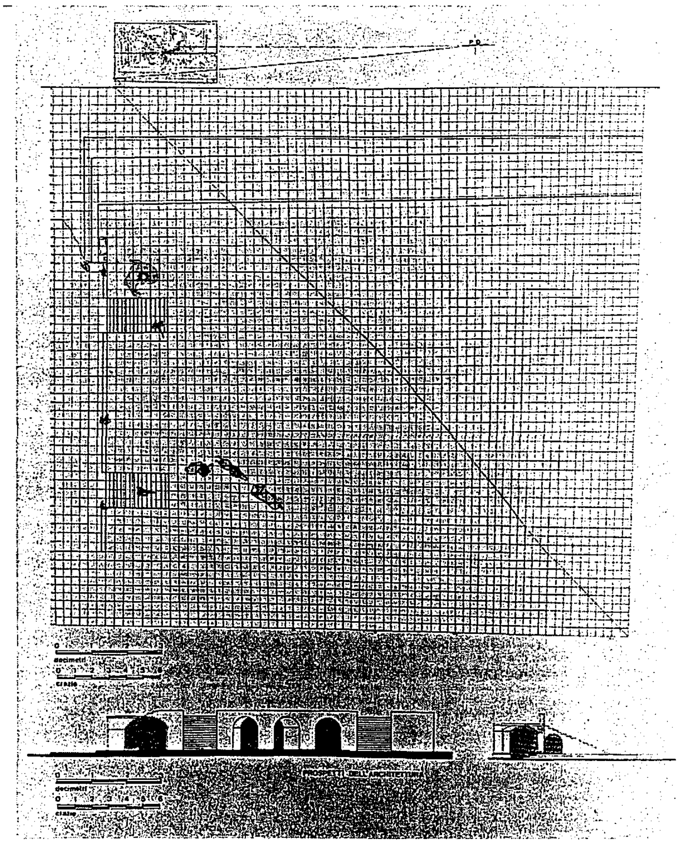


4.2 *Study for the Background of the Adoration of the Kings*, c. 1481, Florence: Uffizi. The diagonal when extended meets the horizon-line extended at a point three times the size of the picture as Leonardo recommends on *A 38ʳ* etc. (cf. Chart VIII). These lines have been added by the author.

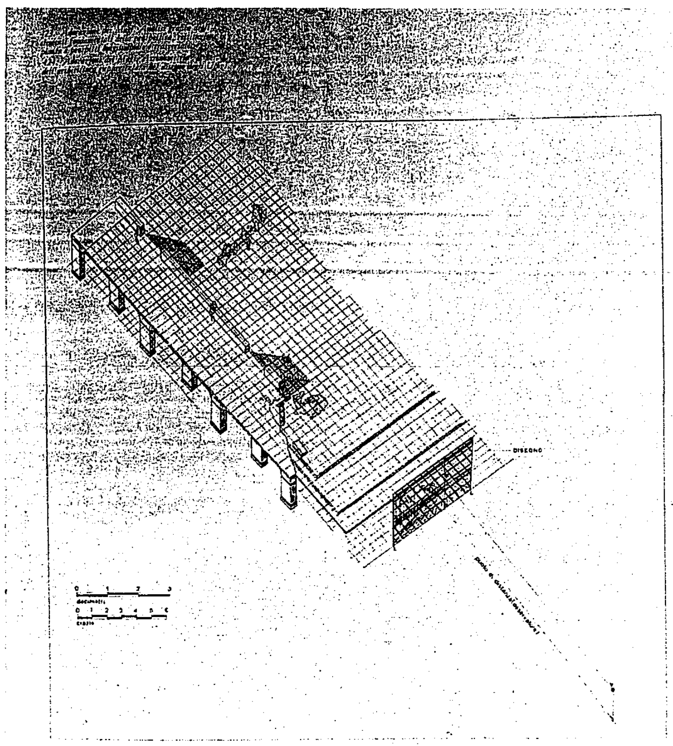
図版14ａ　Veltman（1986）による対角線の指示と
視距離についての解説



図版15　Carpiceci（1978）による再構成（図５，７，６）



図版16　Degl'Innocenti（1978）による
平面図などの再構成(奥行き方向は転倒)



図版17　Degl' Innocenti（1978）による再構成