

アルベルティの《テンピオ・マラテスティアーノ》 の構成原理：ファサードと複合ルート5矩形

The Compositional Principle of the *Tempio Malatestiano*:
Its Facade and the Compound Root-Five Rectangle

篠塚 二三男

SHINOZUKA Fumio

要 旨

《テンピオ・マラテスティアーノ》のファサード壁面（図3）の比例分析については、すでに多くの研究があるが、そうした先行研究と本稿との違いは次の二点である。

（1）「ティンパヌムの幾何学模様」（図2-1）を分析の拠り所として、「ファサード全体の壁面構成」を読み解くこと。

（2）その際、両者（ファサード壁面およびティンパヌム幾何学模様）のプロポーションを「複合ルート5矩形」（図1-5～図1-8）という図形の幾何学的特徴を用いて解釈すること。

つまり「ファサード全体の壁面構成」を比例分析するさいの根拠を「ティンパヌムの幾何学模様」に求め、さらにそれらの幾何学的な原理を「複合ルート5矩形」としたことである。

序

A. 複合ルート5矩形の幾何学

- 1 ルート5矩形と「アルベルティの4、6、9の比例構図」
- 2 複合ルート5矩形と黄金比

B. ティンパヌムの幾何学模様

- 3 複合ルート5矩形の適用
- 4 整数比による分析
- 5 黄金比と拡張されたルート5矩形

C. ファサードの壁面構成

- 6 複合ルート5矩形の適用
- 7 整数比による分析
- 8 黄金比による分析
- 9 その他（円形浮彫 扉口 上層 全体構想と幾何学模様の呼応）

結

参考文献

序

リミニ（イタリア中部のアドリア海沿岸の港町）の領主であったシジスモンド・マラテスタ（1417-68）は、父祖の墓所である13世紀建立のサン・フランチェスコ聖堂の改築を決め、その設計をレオン・バティスタ・アルベルティ（1404-72）に依頼した。工事は1450年頃から始まったが、1462年のシジスモンドの失脚により建設は中断する。1450年の銘のあるマッテオ・デ・パスティによる着工記念メダルには **TEMPLVM** と記されており、またこの建築の外観や内部装飾がキリスト教の聖堂というよりも異教の神殿を思わせるところがあり、テンピオ・マラテスティアーノ（マラテスタ神殿）と呼ばれている。ファサード（建造物の正面部 図3）の初層はアルベルティの設計に従いほぼ完成しているが、上層は未完成である。

このファサードの扉口の上方に半円形のティンパヌムがあり、そこには色大理石の切石細工による幾何学模様が施されている（図2-1）。本稿でまず問題にしたいのが、この幾何学模様である。一見したところでは、半円アーチ内部がいくつもの矩形に区分けされ、そこにひし形や円形、楕円形などが配された何の変哲もない図形に思われる。しかし多くの聖堂の場合には神や聖人などの像で飾られるこうした入口上部に、なぜこのような幾何学図形が施されたのであろうか。しかも少し観察してみれば明らかのように、決して単純な図形ではなく、かなり微妙な計算に基づく図形であり、これらがどのような数学的規則により構成された幾何学模様なのかが問題となってくる。

私の解釈では、この幾何学模様は、アルベルティが《テンピオ・マラテスティアーノ》の設計にあたって、数学的な拠り所とした原理の図解であると思われる。いわば建築設計の基本理念（アイデア）であり、構想の幾何学的提示である。それを正面入口のもっとも目立つところに掲げたのであろう。

したがって《テンピオ・マラテスティアーノ》のファサードのプロポーション問題を解く最も有効な手がかりは、この幾何学模様に隠されていると思われる。更にこの幾何学模様をひとつの根拠にすることで、プロポーション研究によく見られる恣意的解釈をかなり抑止できるのではあるまいか。

このティンパヌムの幾何学模様の原理は、基本設計図あるいはひな形としての役割を果たしながら、ファサード全体の大規模な壁面構成に適用され、反復的に繰り返されていると思われる。つまりティンパヌムの幾何学模様の構成原理が、ファサードの壁面の構成原理でもあるということである。このような観点からの指摘はこれまでの先行研究ではまだされていないと思われる。

ではそれらの構成原理とは何なのか。私の考えでは「ルート5矩形」であり、さらにその発展形である「複合ルート5矩形」であると思われる。ルート5矩形についてはルネサンス絵画について論じた以前の論文で詳しく述べたが（篠塚、2014）、複合ルート5矩形は今回のテーマの研究過程で考えた概念である（本稿第2節参照）。

《テンピオ・マラテスティアーノ》のプロポーションについてはすでに多くの研究が存在しているが、それらは大きく「整数比」による分析と「黄金比」による分析とに分けられる。整数比と黄金比

は、換言すれば有理数と無理数のことであり、両者は本質的に異質で、共存しがたい組合せである。しかしルート5矩形や複合ルート5矩形はこの両者を巧みに和解させることができ、整数比と黄金比を融合し、簡明にして微妙な空間構成を可能にしている。

【なお本稿では限られた紙面のため掲載できなかったが、同様に「複合ルート5矩形」を適用できる作品として、「バルナルド・ロッセリーノの壁面墓碑」がある。これについては、『人文学フォーラム』第13号（2015 掲載予定）を参照されたい】

（注1）《テンピオ・マラテスティアーノ》全体に関する基本文献としては古くに Ricci(1924/1974)の大著がある。近年のものでは Turchini(2000)が詳しい。また共著による総合的研究として、ATTI(2001/2003)、AA.VV.(2007)、AA.VV.(2010)がある。日本語文献としては、福田(2012、pp.105-34)が詳しい。

Tempio Malatestiano という呼称については、Ettlinger (1990, p. 133) や Tavernor (1998, p.216, n.27) を参照。同じ Tavernor (p. 51,fig.34) は、アルベルティの改築前と後の聖堂の外観と内部の推移を図解している。

序の本文で述べたように、ファサード（建造物の正面部 図3）の初層はアルベルティの設計に従いほぼ完成しているが、上層は未完成である。ドーム部分は着工さえされなかった。

1926年の発掘で、南側面に袖廊と思われる基礎工事跡が発見されている。また1616年の Adimari のスケッチには北側面に袖廊が描かれている（Turchini,2000, p.930; Manenti Valli,2003,pp.36,51 など）。しかしこの袖廊についてはアルベルティではなく、後の建築家の案とする研究者も多い。Tavernor (1998,p.69, および n.93) を参照。

この聖堂についてのアルベルティ自身の言及は、1454年11月18日付けのマッテオ・デ・パスティ宛書簡だけであり（福田、2012、pp.105-7 に日本語訳あり。書簡全体の写真は、Borsi, 1975, p.133, fig.135 などにある）、彼の手になるスケッチも、この書簡に記されたペディメントを飾る「S字渦巻き」のみである。また同書簡に記された「付柱の寸法や比例」「全体の音楽 *tutta quella musica*」という言葉は、この聖堂の設計にあたりアルベルティが寸法や比例を徹底的に思索したことを証している。

1450年前後のアルベルティは『建築論』の執筆に取り組んでおり（刊行は没後の1485年）、そのなかで、「数によって、音に均整 *concinntitas* が生まれるようになるが、その同じ数そのものが目と魂を不思議に満足させるために完全に働くのである。・・・音楽から、仕上面の輪郭に関する理論的方法全体は徹底的に導かれる」（邦訳、p.286）と述べている。

（注2）《テンピオ・マラテスティアーノ》の「プロポーシオン研究」については、Turchini(2000, pp.925-57, Appendice V: Esercizi accademici e ipotesi ricostruttive)が、さまざまな研究者による復元案や比例分析を年代順に図版を掲げ要点を述べながら整理している。また Manenti Valli(2003, pp.33-4) や Canali(2007, pp.58-61) は、より簡略なかたちで諸説の要約をしている。

アルベルティの建築プロポーシオンにおける有理数と無理数の問題については、Volpi Ghirardini (1996)を参照。Wittkower(1949)の名著以後、ルネサンス建築の主流はピュタゴラス的、音楽的な比例、つまり整数比を推進してきたという主張がされてきた。《テンピオ・マラテスティアーノ》についても正方形や整数比による解釈が主流であった（Soergel, Borsi, Naredi-Rainer など）。他方で1960年頃から次第に幾何学的比例、つまり無理数比に

よる解釈が提示されるようになり (Zoubov など)、早くに De Angelis d'Ossat(1958)は《テンピオ・マラテスティアーノ》のファサードを黄金矩形で分析している。整数比と黄金比を和解させるものとして、フィボナッチ数列による解釈もされている (Manenti Valli)。

なおファサードの整数比による比例分析については第 7 節の注 1 を参照。黄金比による比例分析については第 8 節の注 3 と注 4 を参照。

アルベルティは『建築論』(邦訳、pp. 288-9 など)で平方根、立方根、図形の対角線、幾何平均などの言葉で無理数(量)についてふれているが、黄金比そのものへの言及はない。

(注 3) 筆者が《テンピオ・マラテスティアーノ》のファサードの比例分析に強い関心を抱いた直接のきっかけは、Manenti Valli による研究からである。レオナルド・ダ・ヴィンチの《聖告》のモノグラフ (Manenti Valli, 2012, pp. 128-31)では、このファサードをフィボナッチ数列(もしくは黄金比)で分析しており、またテンピオ・マラテスティアーノに関する共著 (Manenti Valli, 2003, pp. 43, 64: TAV. XVI)では、ティンパヌムの幾何学模様をルート 5 矩形もしくは 4 対 9 の矩形の例として分析している(本稿の第 3 節注 4 を参照)。ルート 5 矩形や黄金比に関心のあった私に、本研究のきっかけと大きな示唆を与えてくれたという意味で著者に感謝したい。

Manenti Valli はティンパヌムの幾何学模様をファサード全体の一部として簡単な分析をしているが、私が本稿で述べたような、ファサード壁面の基本設計図としてティンパヌムの幾何学模様を見ていくという観点からの両者の関連づけはしていない。

A. 複合ルート 5 矩形の幾何学

1 ルート 5 矩形と「アルベルティの 4、6、9 の比例構図」

「ルート 5 矩形」とは、長短二つの辺の比が $\sqrt{5}$ 対 1 となる長方形のことである。つまり図 1-2 のような長方形において、短辺 AA'の長さを 1 とすれば、長辺 AB が $\sqrt{5}$ となる図形のことである(AA':AB=1: $\sqrt{5}$)。ルート 5 矩形の基本的な幾何学については、すでに述べたことがあるので(篠塚、2014、p.49 以下参照)、ここでは本稿と特に関係する部分について記す。

ルート 5 矩形の作図は二つの正方形から出発する。すなわち図 1-1 のように二つの正方形を並べると、その全体 CDD'C'は二つの辺の長さが 1 対 2 の長方形となり、その対角線 CD'の長さは三平方の定理から $\sqrt{5}$ となる。そして図 1-2 のように、 $\sqrt{5}$ の長さを長辺とする長方形 ABB'A'を作図すれば、ルート 5 矩形ができる。

ルート 5 矩形が形態的に優れているのは、図 1-3 のように、中央に正方形(EFF'E')があり、左右両脇に小さな黄金矩形(AEE'A'と FBB'F')が並んでいることである。さらにこの小さな黄金矩形の一つと中央の正方形とが合体すれば新たにより大きな黄金矩形(AFF'A'もしくは EBB'E')となる。

さらにこのルート 5 矩形の特性のひとつは、4 対 9 の長方形とほとんど差がないほどに近似した図形であることである(図 1-4 の「アルベルティの 4、6、9 の比例構図」これについても、篠塚、2014、p.52 以下参照)。つまりルート 5 矩形という無理数比の図形が、4 対 9 という整数比の長方形

へとほとんど障害なく変換できるのは、この図形の最大のメリットかもしれない。整数比(有理数比)と無理数比という共存の難しいプロポーション同士の関係が、ここでは容易に和解することができ、建築の設計や施工においてきわめて多彩なプロポーションの創造を可能にしてくれる。

2 複合ルート5矩形と黄金比

【作図】「複合ルート5矩形」という図形は、《テンピオ・マラテスティアーノ》のプロポーション問題を解釈するために、私自身が独自に考えだした概念である。どのような図形を指しているのかを以下に述べる。

図1-2で作成したルート5矩形には、AMを半径とする半円が上方に向かって描かれている。この半円の最上部を、図1-5のように、点M"としてみる。そしてM"を通り、ABと平行で同じ長さの直線A"B"を引いてみる。このようにしてできる長方形ABB"A"を「複合ルート5矩形」と呼ぶことにする。

この時半円を下方に向かって描けば(点M"が中心で、A"B"が直径)、この半円は点Mと接する。図1-2と図1-5を比較すれば明らかなように、複合ルート5矩形の長辺は、ルート5矩形の長辺と同じ長さであるが(ともにAB)、複合ルート5矩形の短辺AA"はルート5矩形の短辺AA'よりもやや長くなる(AA'の長さを1とすれば、AA"は $\sqrt{5}/2$ つまり1.118...である)。

次に、図1-5の複合ルート5矩形と図1-4の「アルベルティの4、6、9の比例構図」を、「下辺の中央」をそろえて重ね、合成すると図1-6のようになる。上方の0、1から8、9までの数字が「アルベルティの4、6、9の比例構図」を示し、下辺のA、CからD、Bまでのアルファベットが「複合ルート5矩形」を示しており、これらの長辺はほぼ同じ長さとなる。しかし短辺を比べると、「アルベルティの4、6、9の比例構図」が4であったのに対して、「複合ルート5矩形」の方がやや長くほぼ4.5である(正確には $AA''=AM=2\sqrt{5}=4.472\dots$)。

(注1) 図1-6の「点線」で示された数字のある矩形が「アルベルティの4、6、9の比例構図」を基準にして作図したものである。その左右の枠は、「実線」で示された「複合ルート5矩形」の枠よりもほんのわずかに外側にあることがわかる。その差は微少で、小さな図の場合にはほとんど重なってしまうほどに小さい。ただし厳密には重ならないので注意が必要である(正確には上記のように、 $AM=AA''=2\sqrt{5}=4.472\dots$)。

次に述べる座標においては、図1-4の左下の4と記された点をXY座標の原点(0,0)とみなし、それを図1-6のように複合ルート5矩形にあてはめ、Aを原点としているが、これはあくまで便宜的な解釈である。

【座標と縁取り】 図1-6のように複合ルート5矩形をXY座標平面上に置かれた図形として考え、この矩形上の点をXY座標で表示することとする。つまり長辺ABを0から9までの点が並ぶX軸とし(ただし数字は上方のA"B"の下に記してある)、短辺AA"を0から4.5までの点が並ぶY軸としてみる。

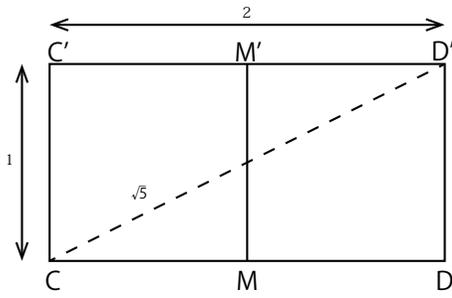


図 1-1 二つの正方形とルート 5

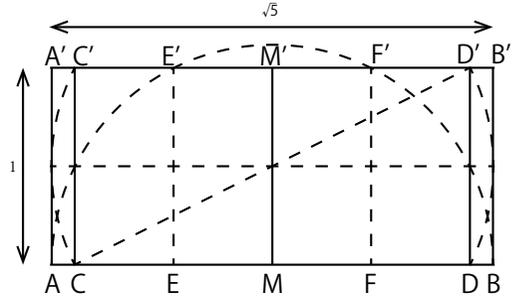


図 1-2 ルート 5 矩形

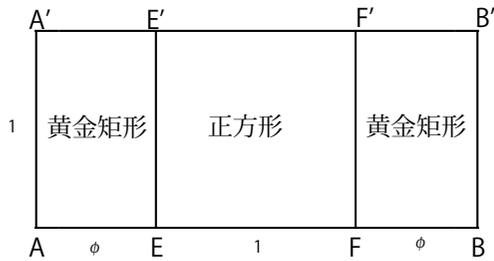


図 1-3 ルート 5 矩形と黄金矩形

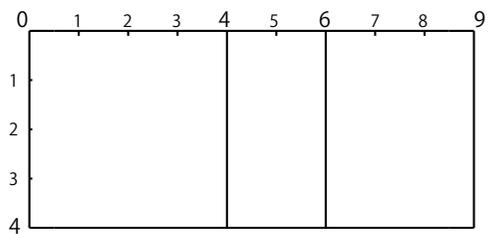


図 1-4 アルベルティの
4、6、9の比例構図

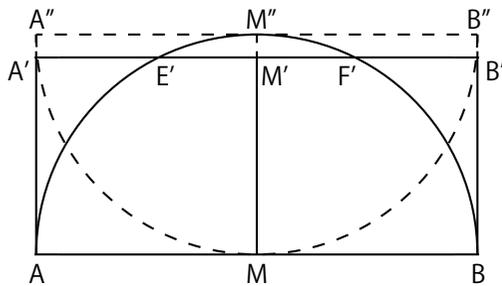


図 1-5 複合ルート 5 矩形

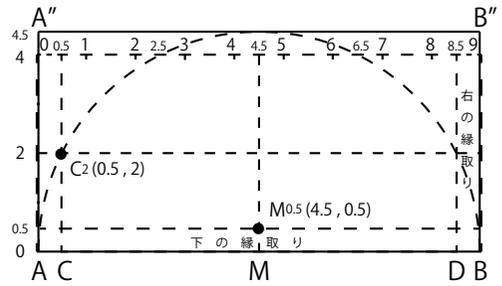


図 1-6 複合ルート 5 矩形の座標と縁取り

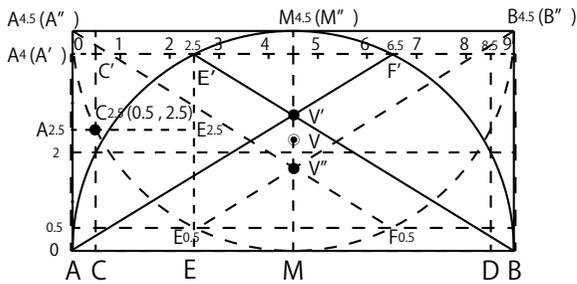


図 1-7 複合ルート 5 矩形と黄金比

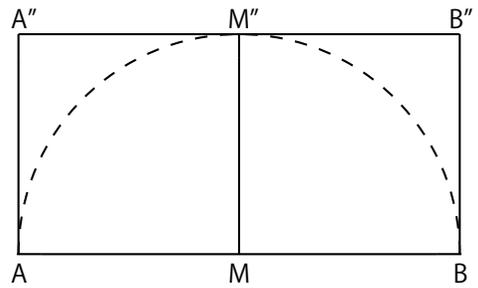


図 1-8 複合ルート 5 矩形と二つの正方形

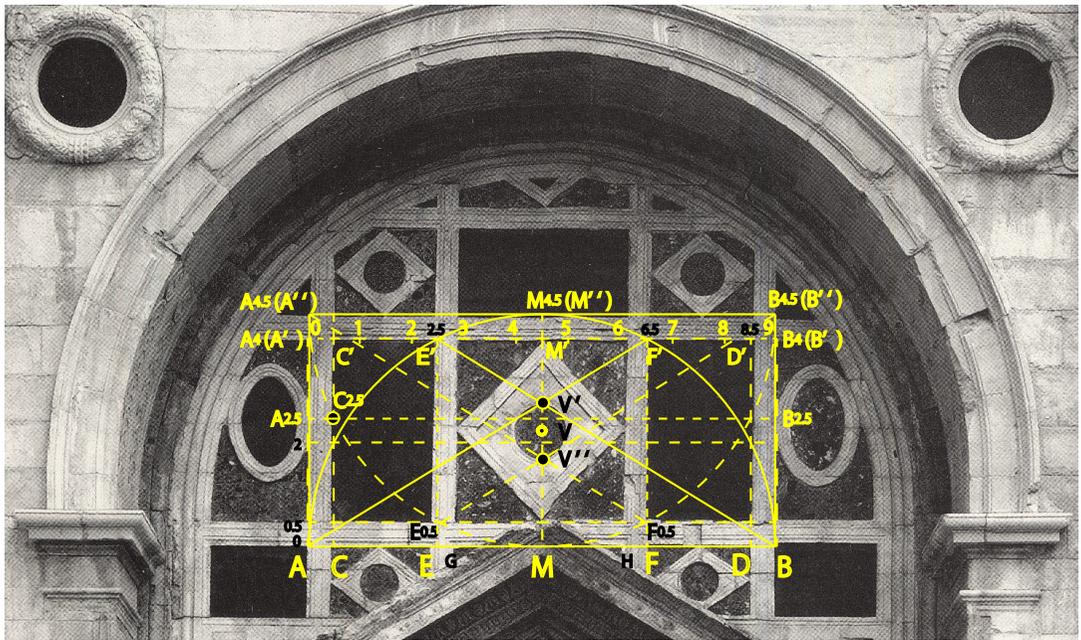


図 2-1 《テンピオ・マラテスティアーノ》のティンパヌムの幾何学模様の比例分析 (1)：主要部と複合ルート5矩形

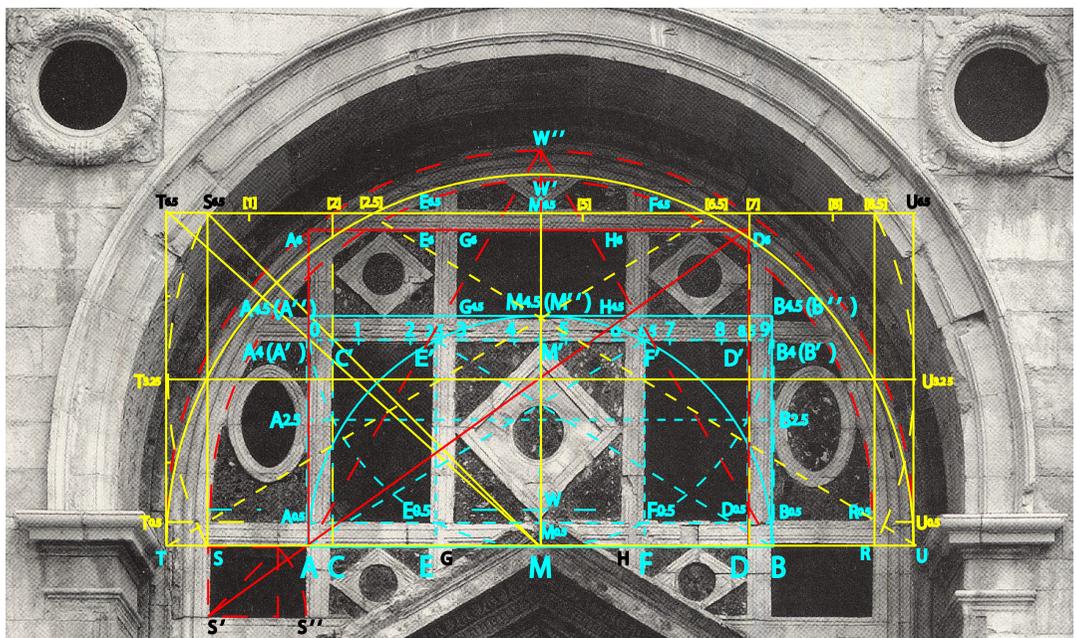


図 2-2 《テンピオ・マラテスティアーノ》のティンパヌムの幾何学模様の比例分析 (2)：周辺部と拡張されたルート5矩形

図形上の点を記号や座標で示す時には、たとえば、中央垂直線 MM' 上で、 M から上に 0.5 の距離にある点を $M_{0.5}$ という記号で示し、その XY 座標を $(4.5, 0.5)$ のように、さらに両者をあわせて、 $M_{0.5}(4.5, 0.5)$ のように表記することとする。

図 1-2 で作成したルート 5 矩形では、左右両隅に細長い区画 ($ACC'A'$ と $DBB'D'$) ができる。図 1-6 のように、複合ルート 5 矩形でさらに上下の隅にも同じような細長い区画を作図してみると、上下左右の四隅に「縁取り」のような細長い区画ができる。縁取りの狭い方の幅は 0.5 となる。

【黄金比】 ルート 5 矩形が黄金矩形に分割できることは第 1 節で述べたが (たとえば図 1-3 で $AEE'A'$ と $EBB'E'$ はともに黄金矩形)、複合ルート 5 矩形では新たな黄金比が加わる。

まずもとのルート 5 矩形において、図 1-7 のように対角線 AF' を引くと、中央垂直線 MM' との交点 V' ができる (あるいは V' は二本の対角線 AF' と BE' の交点と考えてもよい)。この時 V' は、複合ルート 5 矩形の最上部 M' と最下部 M との長さを黄金分割する ($MV'/V'M = \Phi$)。【以下、大きい方の黄金比 $(\sqrt{5}+1)/2=1.6180339\cdots$ を大文字の Φ で表し、小さい方の黄金比 $(\sqrt{5}-1)/2=0.6180339\cdots$ を小文字の ϕ で表すこととする】 上下反対方向に同じような操作でできる、二本の対角線 $A''F_{0.5}$ と $B''E_{0.5}$ の交点 V'' も、同じく直線 MM'' を黄金分割する ($MV''/V''M'' = \phi$)。

次に、下方に向かう半円と、左隅に細長い区画をつくる直線 CC' との交点 $C_{2.5}$ について考えてみる。この点 $C_{2.5}$ は直線 CC' を黄金分割する (図 1-7 において $CC_{2.5}/C_{2.5}C' = \Phi$)。前述したように、もとのルート 5 矩形において、 $AEE'A'$ は小さな黄金矩形であった (図 1-3)。複合ルート 5 矩形で作図した $C_{2.5}$ を水平に通る直線 $A_{2.5}E_{2.5}$ を引けば (図 1-7)、この直線によって、黄金矩形 $AEE'A'$ は、正方形 $AEE_{2.5}A_{2.5}$ とさらに小さな黄金矩形 $A_{2.5}E_{2.5}E'A'$ とに分けられる。【一般に黄金矩形を正方形と長方形とに分けると、その長方形も黄金矩形となる。こうしてひとつの黄金矩形は正方形とより小さな黄金矩形とに無限に分割されていく】

以上から明らかなように、 V' は「複合ルート 5 矩形」の高さを黄金分割しており、 $C_{2.5}$ は「ルート 5 矩形」の高さを黄金分割している。図 1-7 に見るように V' と $C_{2.5}$ の高さ方向における位置はかなり近接しているが、両者は明確に区別されなければならないし、またこうした微妙な差異が複合ルート 5 矩形の意匠を豊かなものになっているのである。

(注 2) [V' V'' V] V' の座標は、 $V'(4.5, 5-\sqrt{5})$ つまり $V'(4.5, 2.764\cdots)$ である。証明: 図 1-7 において $MV':BM = EE':BE$ つまり $MV':2\sqrt{5} = 4:(2\sqrt{5}+2)$ これを解いて $MV'=5-\sqrt{5}=2.764\cdots$ となるので、この値が V' の Y 座標となる。この時、 $MM''/MV'=2\sqrt{5}/(5-\sqrt{5})=(\sqrt{5}+1)/2=\Phi$ となり、 V' は MM'' を黄金分割する。

参考として、これを図 1-7 の座標のように、 M'' を $M_{4.5}$ とみなし、その Y 座標を 4.5 として計算すると、 $MM_{4.5}$ を黄金分割する V' の Y 座標は $4.5 \times 0.618\cdots = 2.781\cdots$ となる (厳密な値 $2.764\cdots$ とほとんど差がないことがわかる)。

また V'' の座標は、 $V''(4.5, 3\sqrt{5}-5)$ つまり $V''(4.5, 1.708\cdots)$ である。証明：図 1-7 において $MV''=MM''-M''V''=2\sqrt{5}-(5-\sqrt{5})=3\sqrt{5}-5=1.708\cdots$

したがって V' と V'' との距離はほぼ 1 となる ($VV''=2.764\cdots - 1.708\cdots = 1.056\cdots \approx 1$)。

また V' と V'' との midpoint V の Y 座標は $\{(5-\sqrt{5})+(3\sqrt{5}-5)\} \div 2 = \sqrt{5} = 2.236\cdots$ である。

さらに二本の対角線 AF' と BE'' を延長すると、それぞれ上辺 $A''B''$ と交わるが、その交点同士の距離は、下辺 AB の長さと同じ黄金比となる (MV' と $V''M''$ が黄金比なので)。

(注3) $[C_{2.5}$ と黄金比] $C_{2.5}$ は直線 CC' を黄金分割する。証明：図 1-7 において $CC_{2.5}=AA_{2.5}=AA''-A''A_{2.5}=2\sqrt{5}-2$ したがって $AA'/AA_{2.5}=4/(2\sqrt{5}-2)=(\sqrt{5}+1)/2=\Phi$ となり、 $A_{2.5}$ は AA' を黄金分割しているため、 $C_{2.5}$ も直線 CC' を黄金分割する。したがって $A_{2.5}$ や $C_{2.5}$ の Y 座標は厳密には $2\sqrt{5}-2=2.472\cdots$ である。

参考として、これを図 1-7 の座標のように、 $C_{2.5}$ の Y 座標を 2.5 として計算すると、 $CC'/CC_{2.5}=4/2.5=1.6 \div \Phi$ $CC_{2.5}/C_{2.5}C'=2.5/1.5=1.666\cdots \div \Phi$ また $C_{2.5}C'/CC_{2.5}=1.5/2.5=0.6 \div \phi$ となり、いずれも黄金比に近い。

【正方形から出発し、正方形に戻る】複合ルート5矩形は、多くの黄金矩形や黄金分割を内包する複雑で豊かな図形であることがわかったが、同時にこの図形はもう一度大局的に見るならば、きわめて単純な図形でもある。つまり最も外側の枠だけを取り出して考えてみれば、二つの辺の長さが 1 対 2 の長方形であり、別の言い方をすれば、正方形が二つ並んでいることになる (図 1-8)。

ここまで述べてきたルート5矩形および複合ルート5矩形の作図と幾何学を振り返るならば、図 1-1 のように二つ並んだ正方形から説明を始め、図 1-6 や図 1-7 のような様々な可能性をさぐったが (複雑・豊富化への方向)、図 1-8 の二つの正方形で終わった (単純化への方向)。つまり、正方形から出発し、正方形に戻ったのである。

複合ルート5矩形とはルート5矩形や黄金矩形を内包した二つの正方形と言える。

以下、主として図 1-6 や図 1-7 をモデル図として利用しながら、《テンピオ・マラテスティアーノ》のティンパヌムの幾何学模様とファサードの壁面構成を比例分析していきたい。

B. ティンパヌムの幾何学模様

3 複合ルート5矩形の適用

ファサードの扉口の上方に半円形のティンパヌムがあり、そこに幾何学模様が施されている (図 3 の中央部。図 2-1 はその拡大図であるが、幾何学的分析が記入されている)。ファサード全体の分析に先立って、まず考察しておきたいのが、この幾何学模様である。一見したところ多くの矩形にひし形や円形、楕円形などが配されたごく普通の図形に思われる。

しかし少し注意して観察してみれば、この幾何学模様にはいくつもの奇妙な点があることに気づく。中央のひし形は、正方形を 45 度回転させたひし形ではなく、やや縦長のひし形である。したがって

ひし形に外接する四角形も正方形ではなく、わずかに縦長の長方形である。一見すると正方形にみえる四角形がほかにもあるが、どれも「正方形ではない」

また左右両端にある二つの楕円の中央の高さは、中央のひし形に囲まれた円の中心の高さとは微妙にずれている。つまり楕円はわずかに上方に浮いているように見える。これらの図形にはさまれて配されている長方形の長辺と短辺の比はどうなっているのでしょうか。これらの疑問にどのような幾何学をあてはめれば説明できるのでしょうか。

【正方形はどこにあるのか】中央のひし形に外接する四角形は正方形ではないと書いたが、これらの幾何学模様には正方形がないのではない。図 2-1 において $EFF'E'$ が正方形なのである。つまりひし形の四方を囲む縁取りのうち、「左右と下の縁取りの外辺」(EE' 、 FF' 、 EF)と「上の縁取りの内辺」($E'F'$)を結ぶ四角形が正方形となるのである。

(注 1) 別の見方として、正方形となる枠を「左右と上の縁取りの外辺」と「下の縁取りの内辺」を結ぶ四角形としてもよい。

図 2-1 の写真では(カメラは下から見上げた位置にある)、下の縁取りの中央部が扉口のペディメントの先端部により隠されているが、たとえば Borsi (1977, p.149) の写真を見れば明らかなように、ペディメントの先端部は「下の縁取りの外辺」(図 2-1 の EF) と接している。また EF の延長線である AB をさらに延長すると、中央アーチの起点である迫り元の上辺の高さと一致する(後述の第 7 節とその注 4 参照)。したがって、本稿では図 2-1 のように「下の縁取りの外辺 EF 」の延長線 AB を基準線とした。

上記の「中央のひし形に外接する四角形は正方形ではない」の「外接する四角形」とは、図 1-6 のような記号表記を使えば、四角形 $G_{0.5}H_{0.5}H_1G_4$ をさす(ただし図 2-1 にこれらの記号は記入されていない)。以下同様に第 2 節で述べたような記号表記を用いる。

また中央の M に垂直線を引き左右に分ければ、図 2-1 における $CMM'C'$ や $MDD'M'$ も正方形である。つまり左右にある「無地の縦長の四角形とその下の縁取り」および「中央の正方形の半分」とで正方形を成している。

(注 2) $AMM'A$ や $MBB'M$ も正方形であり、この二つの正方形はティンパヌムの幾何学模様のなかで最大のものとなる。次の第 4 節で述べる「周辺部」(図 2-2 参照)にある $G_{4.5}M_{4.5}M_6G_6$ や $M'F'F_6M_6$ などの小さな正方形も想定できる。このように矩形と縁取りを組み合わせることで正方形となるのである(この幾何学模様における他の正方形について第 5 節の注 2 参照)。

【複合ルート 5 矩形の導入 縁取りの幅】以上の正方形の位置に注目しながら、この幾何学模様には図 1-7 のような複合ルート 5 矩形を当てはめてみると図 2-1 のようになる。一見して、きわめて良く適

合しているのが分かるであろう。

全体の枠 $ABB'A'$ だけでなく、特に中央の正方形の位置を決定づける E や F の点、左右両隅の細長い小さな区画 ($ACC'A'$ と $DBB'D'$) の一致に注意したい。図 2-1 における AC や DB のような縁取りの幅は、左右両端のものだけでなく、ほかのすべての縁取りの幅に共通と考えられる。

(注3) 細部を観察すると縁取りの幅に肥瘦があるが、この幾何学模様の全体の構造を考慮するならば、これらの肥瘦は大理石細工の施行上の、あるいは修復上の誤差であろう。

図 2-1 における AC や DB のような縁取りの幅は、図 1-2 のルート5矩形作図における左右両隅の細長い小さな区画 ($ACC'A'$ と $DBB'D'$) ときわめて良く一致する。以前の論文で指摘したように(篠塚 2014, pp.52, 66 など)、絵画作品へのルート5矩形スキームの適用を検証するにあたって、この細長い区画はきわめて有効な手がかりとなってくれた。後述するように、この区画はファサードの円柱の位置決定にも(図3の $ACC'A'$ と $DBB'D'$)、またベルナルド・ロッセリーノの壁面墓碑の柱の幅の決定にも(篠塚、2015 予定 参照) 利用されている。

[中央の円 左右の楕円] 縁取りの幅と同じく注目したいのは、中央の円や左右の楕円の位置である。図 2-1 から明らかなように、中央の円の最上部の点や最下部の点は(すなわち中心軸上の円の直径は)、対角線の交点 V' 、 V'' と一致している。第2節で述べたように、この V' や V'' は複合ルート5矩形の高さ MM' をそれぞれ黄金分割する点である(図 1-7 も参照)。

またルート5矩形の外側の左右にある二つの楕円について見てみると、楕円の中央の高さは、中央の円の中心 V よりもやや上方に位置しており、図 2-1 における横断線 $A_{2.5}B_{2.5}$ の高さとも一致している。

このように、中央の円や左右の楕円のきわめて微妙な設定も、第2節、図 1-7 で見た複合ルート5矩形の作図によって説明することができる。

(注4) [中央のひし形と円] Manenti Valli(2003, TAV. XVI)の図版では、縁取りの幅が明示されていないため、ルート5矩形が幾何学模様のどの点同士を結んだものなのか必ずしも明瞭ではないが、検証してみると、図 2-1 の $ABB'A'$ と同じと思われる。同じ Manenti Valli の図版では中央のひし形を正方形として図解しているが、この節の最初で述べたように、やや縦長のひし形としなければならない。

図 2-1 において、中央のひし形や円の中心は、ルート5矩形 $ABB'A'$ の中央垂直線 MM' 上にあるが、中央横断線 A_2B_2 (図 2-1 で $A_{2.5}$ の下の2の記号を通る) よりもやや上に位置している。ひし形に外接する矩形 $G_{0.5}H_{0.5}H_4G_4$ の中央に、ひし形や円の中心があることは明らかであろう。

さらに同じ Manenti Valli の図版では、二本の対角線 AF' と BE' の交点が、中央の円の最上部と一致し(図 2-1 の V')、また、二本の直線 AE' と BF' の延長線同士の交点が、ティンパヌムの半円の頂部(図 2-2 で W' から W'' あたり)と一致するように図解されている。文章による説明はないが、この図解は中央の円形の最上部や半円の頂部の決定方法を示していると思われる、傾聴に値する。[なお Manenti Valli の図版では A 、 B 、半円の頂部の三点を結ぶ三角形は正三角形のようにも見える。しかし AE' と BF' の延長線をそれぞれ三角形の斜辺と考え、 $E'F'$ を1、底辺 AB をルート5として計算してみると、斜辺はほぼルート4.5であり、正確には正三角形ではない。第5節の注6で述べるように、図 2-2 における A 、 B 、 W'' がほぼ正三角形と思われる]

また同様な操作を上から下の方向に作図してみる (図 2-1)。二本の対角線 $A''F_{0.5}$ と $B''E_{0.5}$ の交点が、今度は中央の円形の最下部 V'' と一致し、また二本の直線 $A''E_{0.5}$ と $B''F_{0.5}$ の延長線同士の交点は、下に設置されたペディメントの底辺の稜線の中央と一致する (図 2-1 の外で、図には記入なし)。

第 2 節の注 2 で述べたように、 V' や V'' は複合ルート 5 矩形の高さ MM'' を黄金分割しており、 V' と V'' の距離はほぼ 1、その中点 V の Y 座標は $\sqrt{5}$ である。

(注 5) [二つの楕円] 図 2-1 で楕円と、それを囲む区画の上下の縁取りとの間隔を見ると、下の縁取りとの間隔よりも上の縁取りとの間隔の方が短く (つまり図 2-2 で、楕円の中央の高さは $A_{2.5}$ と同じであるが、線分 $A_{2.5}A_4$ は $A_{0.5}A_{2.5}$ よりも短い)、わずかに上方に浮いているかのように見える。このような一見不規則に見える位置も図 2-1 の複合ルート 5 矩形から説明でき、楕円の中央の高さは横断線 $A_{2.5}B_{2.5}$ の高さに一致している。つまり第 2 節で見たように、横断線 $A_{2.5}B_{2.5}$ 上にある点 $C_{2.5}$ は直線 CC' を黄金分割しているのである (図 1-7)。なお Manenti Valli(2003)は、この楕円の位置については何も述べていない。

4 整数比による分析

[中央の主要部] ティンパナムの幾何学模様のなかでもっとも主要部と思われる、中央のひし形を囲む四角形とその左右の縦長の四角形、およびそれらの縁取りについては、上述のようにルート 5 矩形や複合ルート 5 矩形から導くことができた (図 2-1)。

次にこの幾何学模様を整数比 (有理数比) に還元し分析してみる。ルート 5 矩形は、近似値的に整数比で表せば 4 対 9 の長方形であり (図 1-4)、複合ルート 5 矩形では 4.5 対 9 の長方形となる (図 1-6)。図 1-6 において数字で示された、複合ルート 5 矩形の XY 座標平面を、ティンパナムの幾何学模様にあてはめてみる (図 2-1 の数字参照)。

横幅方向の長さを左側から見てゆくと、左端の縁取りの幅は 0.5 で (下辺 $AC=0.5$ 辺 $A'B'$ 上の数字の 0~0.5 なお図 2-1 では 0.5 は記入されていない)、その右の暗色の石板 (縦長の長方形) の幅は 2 である (下辺 $CE=2$ 数字の 0.5~2.5)。その右の縁取りの幅は 0.5 で ($EG=0.5$ 数字の 2.5~3)、中央のひし形に外接する四角形の幅は 3 である ($GH=3$ やや施工上の誤差が目立つが、数字の 3~6)。右半分は左半分と相称形なので、幅 0.5 の縁取り (HF 数字の 6~6.5)、幅 2 の暗色の石板 (FD 6.5~8.5)、幅 0.5 の縁取り (DB 8.5~9) と続く。

高さ方向の長さについては、下の縁取りの高さ方向の幅は 0.5 で (図 2-1 の数字の 0~0.5 ; 図 2-2 の $AA_{0.5}$ に同じ)、その上の長方形の高さは 3.5 (0.5~4 ; $A_{0.5}A_4$ に同じ) である。(前述したように) 縁取りの幅 0.5 は、ティンパナムの幾何学模様全体について共通している。

中央の円は写真ではやや歪んでいるようにも見えるが、その直径はほぼ 1 である。この円は中央を占めるその位置と直径 1 という大きさから考えて、ティンパナムの幾何学模様全体のモジュール (基本尺度) と思われる。

(注) 円の中心 V は、高さ $M_{0.5}M_4$ の中央であるから、 $M_{0.5}$ から 1.75、 M からは 2.25 の距離にある点である。

ただしより厳密には、第3節の注4の最後で述べたように、VのMからの距離（Y座標）は $\sqrt{5}$ である。

【周辺部】以上の中央の主要部の周囲には、さらにさまざまな幾何図形が配されている（図2-2）。これらについても、整数比の観点から見てみる。

幾何学模様全体はティンパヌムの半円形のなかに収められているが、この半円形と上述の主要部とに挟まれた空間には、無地の矩形のほか、左右の二つの楕円形や上下の四つの小さいひし形（さらにその内部に円形）のある不規則な区画などが並んでいる。

まず中央のひし形を囲むる矩形の上にある、暗色の石板による「横長の長方形」（図2-2のG_{4.5}H_{4.5}H₆G₆）から見ていく。この長方形は短辺と長辺の比が1対2であるが、その長辺は下のひし形を囲む四角形の横幅と同じく3であるから、短辺の長さは1.5となる。

この横長の長方形の左右には、ひし形に外接する図形があるが、それぞれの一角がティンパヌムの半円形によって切断されている。それぞれの下辺の長さは2であり（数字の0.5～2.5 および 6.5～8.5）、高さは横長の長方形と同じく1.5である。

中央の左右にある二つの楕円については第3節の最後でもふれたが、この楕円を囲む区画の一角がやはりティンパヌムの半円形によって切断されている。この半円によって切断されている部分を考慮しなければ、基本的にはその横にある「縦長の長方形」と同じ比である。つまり右の楕円を囲む区画について言えば、その横幅B_{0.5}R_{0.5}（図2-2）は、その左の長方形の横幅F_{0.5}D_{0.5}と同じ長さの2であり（B_{0.5}R_{0.5}=F_{0.5}D_{0.5}=2）、高さB_{0.5}B₄は3.5である。

【最下層に並んでいる左右の「小さな横長の長方形」と「ひし形を囲む区画」については、第5節の注7参照】

5 黄金比と拡張されたルート5矩形

【黄金比の導入】第1節で述べたように、ルート5矩形は中央の正方形と左右両脇の黄金矩形に分けることができた（図1-3）。ティンパヌムの幾何学模様にあてはめると（図2-1）、EFF'E'が正方形で、AEE'A'とFBB'F'が黄金矩形である。さらにAFF'A'もしくはEBB'E'もより大きな黄金矩形となる。

こうした中央の主要部だけでなく、その周辺部をも含めた幾何学模様全体を、前節の整数比による分析も考慮しながら、黄金比の観点から見ていきたい。

図2-2において、横幅方向のMCとMSの長さを整数比で比べるとMC/MS=4/6.5=0.615…となり、黄金比 $\phi=(\sqrt{5}-1)/2=0.618\dots$ にきわめて近いことがわかる。同様にして高さ方向のMM'とMM_{6.5}の比もほぼ黄金比である（MM'/MM_{6.5}=4/6.5=0.615… $\approx\phi$ ）。MSとMM_{6.5}はともに長さ6.5であり、この二辺がつくる正方形を想定することができる（図2-2のSMM_{6.5}S_{6.5} 左上のかどS_{6.5}のあたりがティンパヌムの半円により切断されてしまうが）。

(注 1) [幾何学模様における黄金比] ティンパナムの幾何学模様には黄金比に近い多くの整数比が見つかる。整数比での AEE'A'の横幅と高さの比は $2.5 : 4 = 0.625 \approx \phi$ AFF'A'の横幅と高さの比は $6.5 : 4 = 1.625 \approx \Phi$

さらに「縦長の長方形」も近似値的には黄金矩形と言えるかもしれない。つまり図 2-2 の右側にある $F_{0.5}D_{0.5}D'F'$ の横幅と高さの比は $F_{0.5}D_{0.5} : D_{0.5}D' = 2 : 3.5 = 4 : 7 \approx 0.57$ (第 9 節の注 3 の扉口の黄金比とも呼応か)

上の本文で述べたように、 $MC/MS = MM'/MM_{6.5} = 4/6.5 = 0.615 \dots \approx \phi$ であるが、MC と CS の比や、MM' と $M'M_{6.5}$ の比もむろんほぼ黄金比となる ($MC/CS = MM'/M'M_{6.5} = 4/2.5 = 1.6 \approx \Phi$)。

中央のひし形の横幅に等しい GH の長さは 3、H からティンパナム半円の内側の点 R までの長さは 5、同じく G から R と反対側の点 S までの長さは 5 である。これらの長さを並べると、 $GH : HR = 3 : 5$ $GS : GR = 5 : 8$ $RS = 13$ となる。ここにでてくる 3、5、8、13 という数が黄金比と密接に関係するフィボナッチ数列になることは言うまでもない。

(注 2) [半円により切断されてしまう不完全な正方形の例] この幾何学模様における正方形については第 3 節で述べたが、そこで指摘したものの以外にも正方形を想定することができる(ただしどれもティンパナムの半円内から外側にはみ出してしまうものである)。

図 2-2 において、MS と $MM_{6.5}$ の二辺がつくる矩形は正方形となる(上述。一辺の長さ 6.5)。この左半分の方の正方形の相称形として右半分の方の正方形もある(MR と $MM_{6.5}$ の二辺がつくる正方形。右上のかどが半円により切断されてしまう)。この時、ティンパナムの横幅 RS を底辺として二つの正方形が並ぶことになる。

また ED と EE_6 の二辺がつくる正方形 EDD_6E_6 (右上のかど D_6 がわずかに半円により切断されている。一辺の長さ 6)、およびその相称となる正方形も考えられる。

より小さな正方形としては、たとえば $C'E'$ と $E'E_6$ の二辺がつくる正方形(左上のかどが半円により切断されている。一辺 2) や $A'E'$ と $E'E_{6.5}$ の二辺がつくる正方形(同じく左上のかどが半円により切断されている。一辺 2.5)、およびこれらの相称となる正方形もある。

[拡張されたルート 5 矩形] これまでに述べたことから、図 2-2 において二つの矩形 $CMM'C'$ と $SMM_{6.5}S_{6.5}$ は共に正方形であった(この二つの正方形は、辺の長さが黄金比であり、点 M を共有する相似図形である)。したがって、M と C' を結んだ直線を延長すると、 $S_{6.5}$ と交わる。

ここで M と A' とを結んだ直線を延長し、また $M_{6.5}S_{6.5}$ も延長すると、その交点が $T_{6.5}$ となる。 $T_{6.5}$ から垂直線を下ろし、MS の延長線との交点を T とすると、この ST の長さが半円の縁取りの幅とほぼ一致することがわかる。

二つの矩形 $AMM'A'$ と $TMM_{6.5}T_{6.5}$ は相似図形で、互いの辺の長さは黄金比である。また二つの縁取りの幅 AC と ST も黄金比である。

さらにティンパナムの右半分にも同じような矩形 $MUU_{6.5}M_{6.5}$ を作図してみる。こうしてできた大きな矩形 $TUU_{6.5}T_{6.5}$ は、もとのルート 5 矩形 $ABB'A'$ と相似図形で(点 M を共有する)、互いの辺の長さは黄金比となる。この大きな矩形 $TUU_{6.5}T_{6.5}$ を、ここでは「拡張されたルート 5 矩形」と呼ぶこととする。

(注3) 図 2-2 の「拡張されたルート5矩形」 $TU_{6.5}T_{6.5}$ の上辺 $T_{6.5}U_{6.5}$ には、[1]、[2]、[2.5]のように[]付きの数字が(やや飛び飛びに)記されているが、これはもとのルート5矩形 $ABB'A'$ の上辺 $A'B'$ に記された1、2、2.5などの数字と区別するためである。これら二つの数直線の目盛り同士もむろん黄金比となる。

この「拡張されたルート5矩形」に基づいて幾何学模様を見てみると、 T と[6.5]を結んだ直線と、 U と[2.5]を結んだ直線との交点は中央のひし形を囲む四角形の上の縁取りの上辺の中央 $M_{4.5}$ (つまり M')と一致する。また中央横断線 $T_{3.25}U_{3.25}$ の高さが左右両端の楕円形の頂部(縁取りの内側)と一致する。さらに[2]や[7]からの垂直線は縁取りとなる CC' や DD' と一致する。

(注4) [細部の黄金比] 図 2-2 において CE と CT もほぼ黄金比となる。上方左右のひし形の内部におかれた円の直径と、その円周からひし形の上方または下方の頂点までの長さは、黄金比と思われる。ただしひし形の左右の頂点までの長さとは黄金比ではない。楕円の縁取りの幅と、その縁取りからその上方の縁取りまでの長さも、黄金比と思われる。また中央の円の中心軸と左右の楕円中央との距離を黄金分割する位置に、上方左右のひし形内の円の中心がある。

(注5) [ティンパヌムの半円の中心] ティンパヌムは半円形であるが、半円形の太い大理石の縁取りについては、外側の半円と内側の半円(あるいは外法と内法)を分けて考える必要がある。図 2-2 では、この外側と内側の半円を点線で示してある。

やや不確定であるが、外側の半円の中心は図 2-2 の $M_{0.5}$ と思われ、この半円の直径(外法)は $T_{0.5}U_{0.5}$ で、その最上部は(やや誤差があるが) W'' となる。

それに対して内側の半円の中心は、 M や $M_{0.5}$ ではなく、わずかに上の位置にある W と思われる(図 2-2 ではその高さに部分的に短い破線が引いてある)。その最上部は W' である。この半円の直径(内法)は RS つまり13の長さにほぼ等しいので、その半径は6.5となる。したがって最上部 W' から垂直下に6.5の距離にある W が半円の中心となる。なお半円の中心については $AA.VV.(2007, p. 111)$ の図も参照のこと。

(注6) [正三角形の適用] 前注でふれた外側の半円とも関連するが、半円の最上部 W'' については、図 2-2 において A 、 B 、 W'' の3点を結べばほぼ正三角形となる(一辺の長さ9)。この時の正三角形の高さ MW'' は $4.5\sqrt{3} = 7.794\cdots$ となる。ただし外側の半円の境界は必ずしも明瞭ではない。

$Manenti Valli(2003, TAV. XVI)$ の図版の三角形については前述第3節の注4参照。図 2-2 のように ABW'' を正三角形とすると、その斜辺は E' や F' の点よりもわずかに上を通る。

(注7) [ルート2矩形の区画] ティンパヌムの幾何学模様のなかには、これまで言及していない部分がある。最下層に並んでいる左右の「小さな横長の長方形」(図 2-2 の $ASS'S''$ とその反対側の長方形)とその横にある「ひし形を囲む区画」である。

それぞれの横幅は、すでに述べた上方の区画と同じ幅で、等しく2である。たとえば AS は CE に等しく2である。しかし高さ SS' はどのような長さなのか。1.5ほどにも見えるが、上方の横長の長方形の短辺($G_{4.5}G_6=1.5$)と比較すれば、明らかにやや短い。

この小さな横長の長方形 $ASS'S''$ は「ルート2矩形」であり、ルート2矩形と考えれば、 $AS = 2$ $SS' = \sqrt{2} \approx 1.414$ となり、現実の寸法にきわめて良く合致する。

下方左右の小さな横長の長方形について、当初はひとつの解釈として、たとえば S' は $M_{4.5}$ と $A_{0.5}$ を結ぶ直線の延長線上にあるのではとも考えたが、これはやや変則的な決定方法であろう。その後ルート2矩形ではないかと気づき、この部分の拡大図を比例コンパスで計測したが、正確に「ルート2矩形」であった。

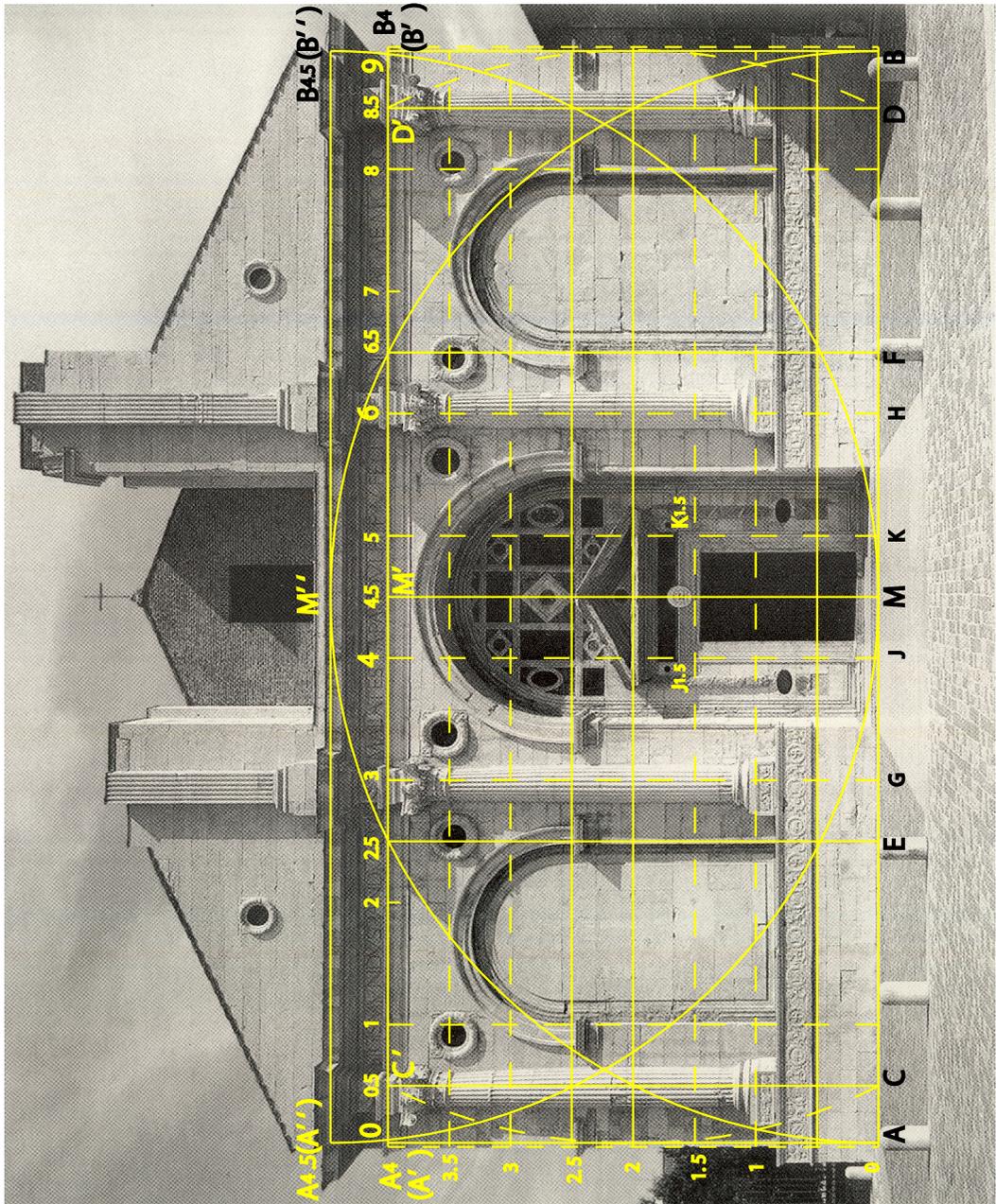


図3 《テンピオ・マラテステイアーノ》のファサードの比例分析

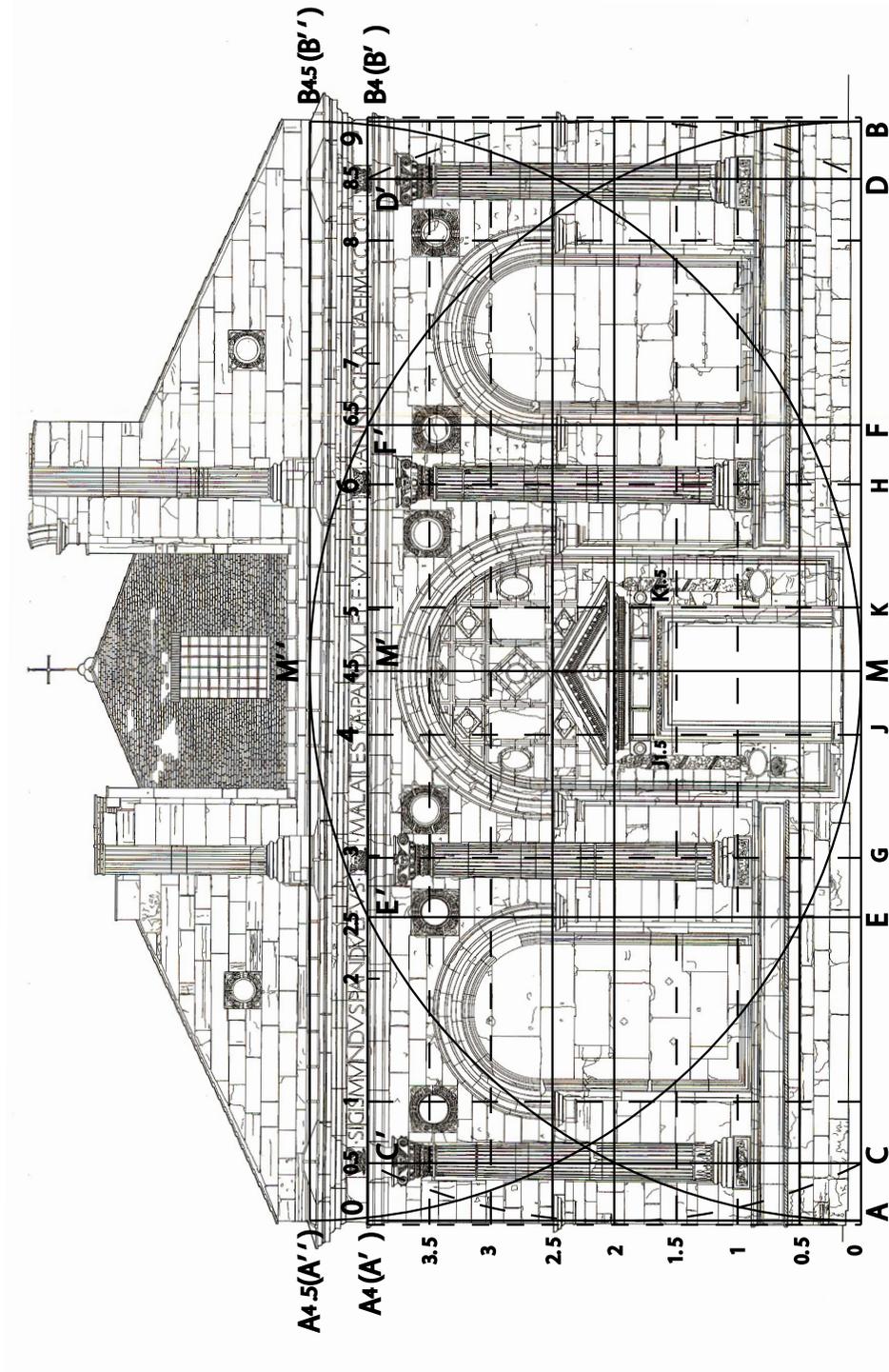


図4 ファサード立面図の比例分析

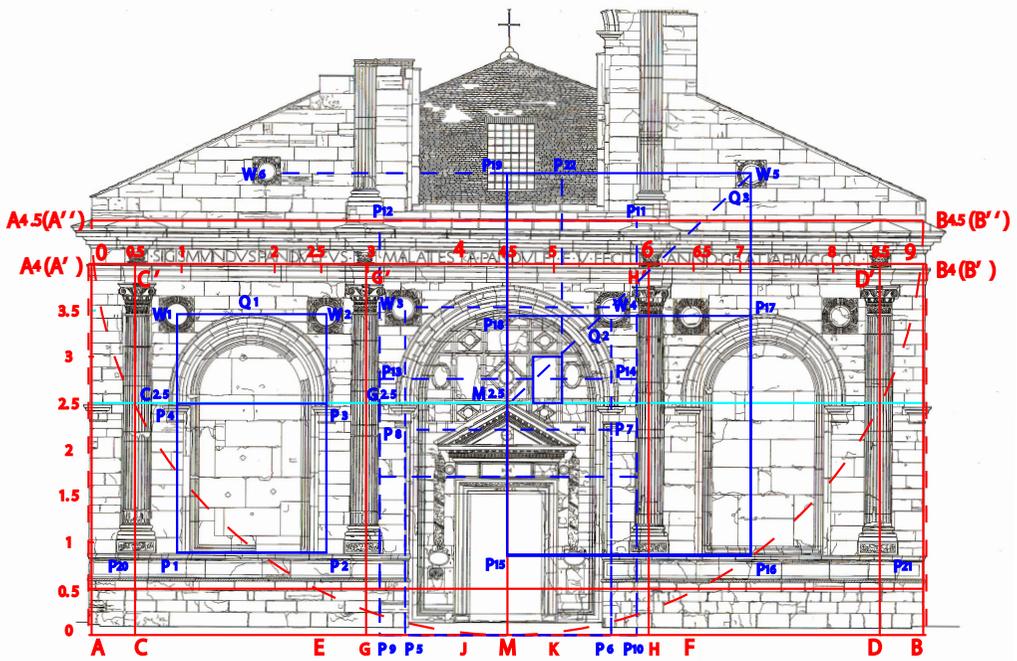


図 5-1 ファサード立面図の黄金矩形（1）と円形浮彫

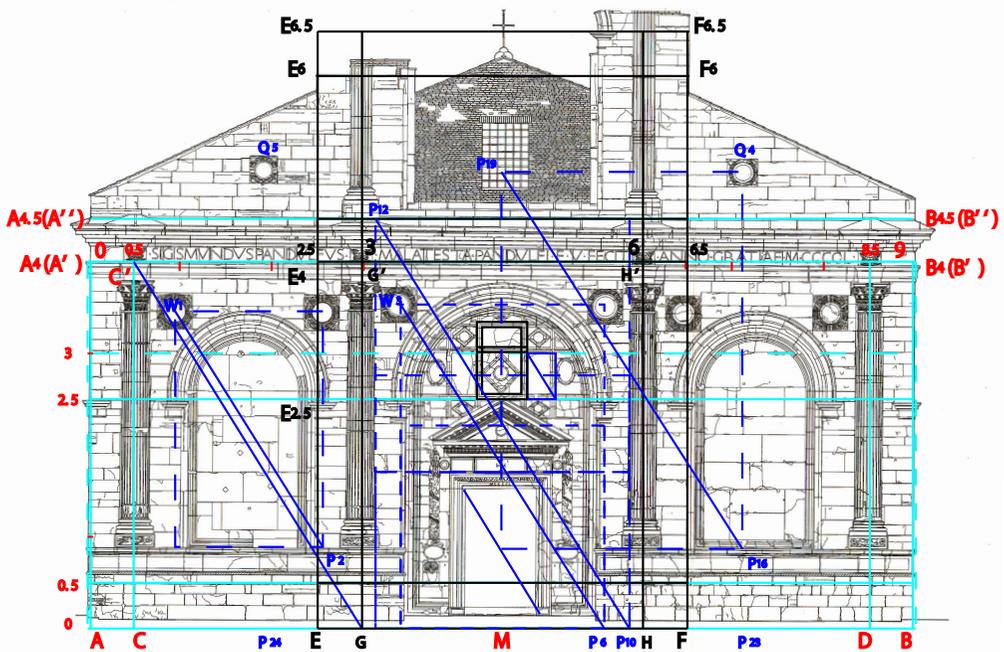


図 5-2 ファサード立面図の黄金矩形（2：平行の対角線）と上層

図 2-2 において AH と AA₆ の二辺がつくる矩形は正方形となるが（一辺の長さ 6）、その対角線 AH₆ の長さはほぼ AD の長さと同じであり（AH₆ = 6√2 ≒ 8.484 ≒ 8.5 = AD）、AD を下辺とする大きなルート 2 矩形 ADD₆A₆ を作図できる。図 2-2 のような作図をすれば、小さなルート 2 矩形と大きなルート 2 矩形が対角線（直線 S'D₆）上に並んでいる相似図形とみなすことができる。

なお De Angelis d'Ossat(1958, p.257)の指摘するように、平面図においてファサードの横幅と側面部の奥行き（未着工の大ドームの手前まで）の比はルート 2 と思われる。また Furnari(1993, p.102, fig.47)の分析を見ると、側面部のアーチの横幅と迫り元までの高さとの比もルート 2 である。ティンパヌムの幾何学模様内に包されているルート 2 矩形の区画は、こうした部分への暗示かも知れない（第 9 節の注 5 も参照）。

C. ファサードの壁面構成

6 複合ルート 5 矩形の適用

ファサードの壁面構成についても、ティンパヌムの幾何学模様と同じく、複合ルート 5 矩形をあてはめ、XY 座標平面上の図形として考えていく（図 3）。記号や座標の表記もできるだけ共通のものを使うこととする。

[モジュール：扉口の楣] ファサードの壁面構成を考えていくにあたり、まず問題となるのは、基準となる長さ（モジュール）はどこかということである。あるいは、ティンパヌムの幾何学模様とファサードの壁面構成とを結びつける基本的な長さはどこかという問いでもある。

ここで思い出したいのは、図 2-1 における幾何学模様の CD の長さである。この CD の長さがつくる二つの正方形 CDD'C' はルート 5 矩形作図の出発点であった（図 1-1）。図 3 を見るとファサードの扉口の横材（楣 まぐさ）の横幅 J_{1.5}K_{1.5} が、この CD の長さと同じになっているのがわかる。中央に大きく構えるこの楣がファサード全体の基準寸法の役割を果たすことは、視覚的にも十分納得がいくのではなかろうか。また第 4 節で述べたように、ティンパヌムの幾何学模様では「中央の円の直径」がモジュールと思われることとも比較できよう。

（注 1）幾何学模様のルート 5 矩形の基準線 AB 上の線分 CD（図 2-1 の X 座標 0.5～8.5 で、その長さは 8）が、ファサードの扉口の楣（図 3 の X 座標 4～5 で、その長さは 1）と等しい。したがって「幾何学模様のルート 5 矩形」（図 2-1）は、「ファサードの壁面初層のルート 5 矩形」（図 3）の 8 分の 1 の縮図となっている（ともに同じ記号の ABB'A' がルート 5 矩形）。

ティンパヌムの幾何学模様の CD の両端と、扉口の楣の下の稜線の両端を結ぶと正方形になるようにも見える。中央アーチのつくる入口開口部については後述（第 9 節注 3 参照）。

[複合ルート 5 矩形の適用] ファサードが地面と接する最下辺を基準線 AB として、複合ルート 5 矩

形をあてはめると図3のようになる。扉口の楣の横幅 $J_{1.5}K_{1.5}$ を1とすれば、その横幅の全長は9となる（A'B'上の数字を参照）。ただし現実の建物は凹凸とか奥行き・高さのある立体物であり、図3のように通常の人目の高さで撮影した写真では計測上のさまざまな歪みや誤差が生じるので、図4のようなファサードの立面図も参考にして考えていきたい。

図3や図4に記されたさまざまな記号のうち、まずA、B、C、D、E、F、Mのような、ルート5矩形の基本形（図1-2）にあるものから見ていく。

ABの長さはファサード全体の横幅、CとDは左右両端の円柱の中心軸の位置、EとFは左右のアーチの側柱の稜線と正確に一致している。Mは言うまでもなく扉口を含むファサード全体の中央である。ファサード壁面の最も基本的な建築要素の位置が、この時点ですでに決定されていることが分かる。[なおファサードの円柱は正確には半円柱であるが、本稿では便宜的に円柱と呼ぶことにする]

（注2）[正方形の設定] ファサード初層の左半分においてどこに正方形があるのか。図3ではCMM'C'やAMM"A"が正方形であるが、これら以外にも、MとA"とを結び対角線MA"を引くと、この対角線上の点を基準に多くの正方形を想定することができる。たとえば（1）柱頭の端と、円柱の基台の右端からの垂直線の交点（図3のC'のやや右下）を対角線上の点とする正方形、（2）軒の高さと、円柱の基台の左端からの垂直線の交点（図3のA"とC'の間）を対角線上の点とする正方形も考えられる。

当初私は（1）の正方形の左下の頂点をCとし、（2）の正方形の左下の頂点をAとして、複合ルート5矩形をあてはめて考察し（したがって左隅の円柱を囲むかたちで細長い区画ACC'A'を想定していた）、かなりの段階まで推論を進めた。しかしティンパヌムの幾何学模様とファサードの壁面全体とを直接結びつけてくれる基本単位が見つからなかった。その基本単位が、幾何学模様のCDと同じ長さの扉口の楣 $J_{1.5}K_{1.5}$ と思われることに気づいたのは、研究段階の後半であった。この楣の横幅を1とする複合ルート5矩形をファサード全体にあてはめてみると、それまで以上に適合性が高いことがわかった。[第7節の注4も参照されたい]

7 整数比による分析

次に整数比（有理数比）に還元し分析してみる。図1-6のような複合ルート5矩形のXY座標平面を、ファサード全体にあてはめてみる（図3と図4に記入された数字を参照）。

【横幅方向の分析】 横幅方向では、第6節で述べた点CのX座標は0.5で、Eは2.5のようになるが、これらのすでに言及した点（A、B、C、D、E、F、M）を含め、X座標上（すなわち横幅方向）にどのような建築要素が対応しているかを見てゆく。

0と9はファサード壁面の左右両端である。0.5、3、6、8.5の位置に円柱の中心軸がある。1、2.5、6.5、8の位置に左右のアーチの側柱の稜線がある。3.5と5.5は（図3や図4では記入されていない）中央のアーチの側柱の稜線（あるいは中央アーチの内法）と一致する。4と5は扉口の楣の左右両端である（第6節で述べたように図2-1のティンパヌムの幾何学模様のCDの長さでもある）。そ

して 4.5 がファサードの中央である。

このように見てくると、横幅方向を9分割もしくはその二倍の18分割する X 座標の点によって、ファサード初層部の建築要素のほとんどすべてが決定されていることがわかる。

中央の二つの円柱の距離（心心）は3であり（3から6まで）、左の二つの円柱の距離は 2.5（0.5から3まで）、右の二つの円柱の距離も 2.5（6から8.5まで）である。中央の二つの円柱の軸を境界にして、ファサードの横幅全体が三等分されていると見ることもできよう（0-3-6-9 のように）。3と6の位置には上層の付け柱が続き、横幅の三等分が強調されている。

中央のアーチの内法は2であり（3.5から5.5まで）、左のアーチの内法は1.5（1から2.5まで）、右のアーチの内法も1.5（6.5から8まで）である。隣り合うアーチの内側（内輪：イントラドス）同士の距離は1である（2.5から3.5まで；5.5から6.5まで）。また四本の円柱の基台の横幅は0.5である。

（注1）これまで述べた9等分もしくはその倍の18等分でファサードの横幅全体を解釈する分析は、私自身が試行錯誤の末にたどり着いた結論である。しかし気づいてみたら、この分析結果は、Soergel(1958,p12, p120の図；1960,p.349)や相川（1988,p.207の第93図）の分析と内容的に同一であった（ファサードの横幅をSoergelは $1-1\frac{1}{2}-1-2-1-1\frac{1}{2}-1$ の比に分割して比例分析しており、また相川は $2-3-2-4-2-3-2$ で18等分している）。また相川の図に見られる中央に想定された大きな正方形は、よく知られているBorsi(1975,p.139, fig.141)のファサード比例分析と同じである。これらの正方形の垂直線の位置については、本稿におけるルート5矩形の中央の正方形の垂直線（図1-3のEE'とFF'；図3や図4のEとF）と同じ位置にあるが、正方形の上下の辺の位置は異なる。また左右両端の円柱の位置の解釈も異なる。

なおNaredi-Rainer(1982,p.167;1994,pp.295-6)は、ファサード全体の横幅を100 (in piedi romani) として、 $11-16\frac{1}{2}-11-23-11-16\frac{1}{2}-11$ に分割して比例分析している（一方で、中央の二つの円柱がファサードの横幅全体を正確に三等分しているとも述べている）。しかしこの大きな数字による比は、アルベルティの志向する簡単な整数比から逸脱していると思われる。Tavernor(1998,p.75, fig.56)もファサードの横幅全体を100 (in piedi romani) として中央の二つの円柱を境に33-34-33に分割している。

【高さ方向の分析】次に高さ方向（Y座標）を見てゆくと、全般的に横幅方向（X座標）ほどには明瞭な境界を指摘するのが容易でない。

写真（図3）と立面図（図4）の比例分析の枠の位置を比べてみると、基底部や最上部にややズレがあり、判断の難しい点が生じてくる。それでも主要部、つまりほぼ円柱の高さに相当する1から4までの高さ部分では両者は一致しており、特に問題は生じない。

円柱の基台と柱礎との境界を高さ方向（Y座標）の1とすると、1.5は扉口の楣の下辺、2は扉口のペディメントの三角形の底辺、2.5は同じペディメントの三角形の頂点や、中央および左右のアーチの迫り元のコーニスの上辺、ティンパヌムの幾何学模様における基準線AB [図3ではなく図4を

参照のこと。次の注 3 も参照]、3 はティンパヌムの幾何学模様における A'B' [同じく図 4 参照]、3.5 は中央のアーチの内輪（イントラドス）の頂点、4 は柱頭の上のアーキトレーブとフリーズ（文字装飾帯）との境界と、それぞれ一致している。

（注 2）一般的に建築は人間の身体と同じく、横幅方向（左右）は「相称」（シンメトリー）で同じ建築要素の反復など「規則性」を前提にしているのに対して、高さ方向では相称でないだけでなく、同一の建築要素が繰り返されることもなく、すべて異なる要素で構成されている。

（注 3）[写真（図 3）と立面図（図 4）とのズレ] 第 6 節でも述べたように、立体の建築物を写した通常の写真ではさまざまな歪みや誤差が生じる。図 3 で A から点 1 あたりの基壇部を見ると AA' の枠線の外にはみ出ているが（反対側の B のすぐ上あたりも同じ）、図 4 の立面図ではそのようなはみ出しはない。円柱の下の基壇部は主要部の壁面より手前に突出しているため、写真では横幅がより大きく写ってしまうからである。

基壇部の高さ方向についても同じことで、写真（図 3）と立面図（図 4）とではかなりズレがある。建物と地面との境については、写真（図 3）では基準線 AB と一致させてあるが、立面図（図 4）ではその境よりやや下である。基壇とその上の装飾帯との境は、写真（図 3）では Y 座標の 0.5 に一致するが、立面図（図 4）ではズレがある。

ティンパヌムの幾何学模様についても、ファサードの壁面よりやや奥に設置されているため、両者でズレがある。図 2-1 での基準線 AB の高さは、立面図（図 4）では、中央および左右のアーチの迫り元のコーニスの上辺の高さ（つまり三つのアーチの起点の高さ）と一致しているが、写真（図 3）では幾何学模様の基準線はやや下方に写っている。これについては上の本文で述べたように、立面図（図 4）の方を根拠に判断すべきであろう。

初層部の最上部（Y 座標の 4 から 4.5）についても写真と立面図を比較しながら検討する必要がある。しかしファサード壁面の主要部（Y 座標の 1 から 4）については両者がほぼ一致していると思われる。

なお立面図（図 4）については AA.VV.(2007)に付せられた図面を利用した。何人かの研究者により詳細な立面図が作成されているが、細部については必ずしも一致しないようである。寸法の異同については Volpi Ghirardini(1996,p.149,Table 1)も参照のこと。またよく知られた Borsi(1975,p.139, fig.141)のファサード立面図にあてられた初層部の正方形は、計測してみると、高さが横幅よりもわずかに長い。

（注 4）[外枠と基準線の設定] 全体の外枠をどこに設定するかは、こうした比例分析では常に頭を悩ませる問題である。今回も分析の過程で何度か外枠の設定を変更することになった。[第 6 節の注 2 でも正方形の設定に関する試行錯誤を述べた]

まず横幅方向（X 座標）について枠の設定の可能性を考えてみる。写真（図 3）だけで判断すると、前注で述べたように、基壇部を見ると、AA'' の枠線の外（左側）にはみ出ている部分があるが、この稜線を基準に左枠を設定することも考えられる（つまり図 3 の AA'' を少し左にずらす）。この左枠は点 A_{2.5} の位置にあるコーニスの断片の最左端を通る。

初層と上層の境に大コーニスがあり、写真（図 3）の点 A_{4.5} の位置から左に突き出た最左端を基準に左枠を設定することも考えられる。

また左隅の円柱の基台の最左端を基準にしたり、同じ円柱の柱身の左の稜線を基準にして左枠を設定することも考えられる。

私自身何度か左右の枠の設定で迷うことがあったが、最終的には上の本文で述べたような図3や図4の位置が、最も多くの建築要素の位置との整合性があった。

前の注2で述べたように、左右相称の建築物では横幅方向（X 座標）に規則性を見つけやすいので、横幅方向の枠（左右の枠）を優先して、高さ方向（Y 座標）の枠（上下の枠）を考えることにした。しかし上下の枠の設定については左右の枠以上に迷うことが多く、いくつか問題も残った。

図4のような現時点での結論を導くにあたって、高さ方向（Y 座標）において最も重視したのは高さ 2.5 の位置である。上の本文や注3で述べたように、この高さにティンパヌムの幾何学模様の基準線（図 2-1 の AB）や三つのアーチの迫り元のコーニスの上辺がある。つまり、ファサードの壁面構成とティンパヌムの幾何学模様とを結びつける基準線の高さであり、また三つの大アーチの起点となる高さである。次の第8節の注1で述べるように、高さ 2.5 はファサードの高さ（AA' や BB'）を黄金分割している。[さらにこの高さ 2.5 は、図 2-1 の A_{2.5} や B_{2.5} の位置から明らかのように、ティンパヌムの幾何学模様における左右の「楕円の中央の高さ」と呼応している。また図では見えない両側面部に並ぶ各七つのアーチの起点の高さでもある]

ファサード初層の壁面のデザインを考える上で、この 2.5 の高さの水平線が最も肝要な軸線となっていることは明らかであろう。この水平線より下方はほぼ直線のみで建築要素によって構成されているのに対して、それより上方では半円や円形などの曲線のモチーフが配されている。この上下の建築の線の違いにより、建物に重厚さと軽快さが同時に賦与されている。

この 2.5 の高さの軸線と左右の枠とを基準にして導かれたのが、図3や図4である。前述のように、高さ 1 から 4 までの主要部分では建築要素と正確に対応しているが、基底部や最上部にややズレが生じている。

8 黄金比による分析

ファサード初層部の基本的な枠組み（主要な建築要素の配置）は、第6節と第7節で述べたことで、すでにほとんど決定されている。未決定の、より細部の建築要素については主に黄金比を利用することで配置されたと思われる。以下では、黄金比や黄金矩形の観点から分析していく。

[黄金矩形] ファサード（図3）は四本の円柱や三つのアーチなどから構成されているが、ティンパヌムの幾何学模様（図 2-1）のように、明確な矩形によって枠取られた平面はほとんどない。したがって主要な建築要素の配された位置をてがかりにして、黄金矩形を想定することになる。

ルート5矩形は、中央の正方形と左右の黄金矩形とに分割できた（図 1-3）。ティンパヌムの幾何学模様でも、この分割が無理なく適用できた（図 2-1）。ではファサードの壁面構成ではどうであろうか。図3や図4で見てみると、中央の正方形 EFF'E'は（以下 E'、F'などの記号については図 1-3 に同じ）左右のアーチの側柱の稜線で囲まれた矩形であるが、左右の黄金矩形（AEE'A' と FBB'F'）については、壁面の稜線（AA'や BB'）とアーチ側柱の稜線（EE'や FF'）で囲まれている。黄金矩形を想定する場合、この壁面の稜線とアーチ側柱の稜線の組合せは、決してバランスのとれたものとは言えないだろう。

しかし図 5-1 のように、たとえば左の黄金矩形 AEE'A'を右に 0.5 だけ移動すれば、CGG'C'が黄金矩形となり、二つの円柱に囲まれた矩形となる。右側の二つの円柱に囲まれた HDD'H'も同様にして黄金矩形である。つまり左右各二つの円柱はそれぞれ黄金矩形をつくり出す建築モチーフの役割を果たしていると考えられる。

同様な見方で左右のアーチの区画を見てみると、アーチ外輪の頂点と同じ高さにある円形浮彫の中心と、アーチの側柱の基点とがつくる四角形は黄金矩形となる(図 5-1 において、たとえば左のアーチについては、 $P_1P_2W_2W_1$ が黄金矩形。黄金矩形であることは黄金比ディバイダや比例コンパスで計測すれば明らかである。以下も同じ)。中央のアーチの円形浮彫についても同様の黄金矩形を想定できる(図 5-1 の $P_5P_6W_4W_3$ は黄金矩形)。

以上述べてきた黄金矩形に対角線を引けば、図 5-2 のようにすべて平行になる(図 5-2 には後述する黄金矩形の対角線も記入されている)。

(注 1) 図 5-1 において、点 $C_{2.5}$ は CC' を黄金分割するが(図 1-7 における点 $C_{2.5}$ である。第 2 節参照)、直線 $C_{2.5}G_{2.5}$ の高さは、アーチの起点である迫り元を通り(第 7 節の注 4 の後半参照)、下の正方形 $CGG_{2.5}C_{2.5}$ と上の小さな黄金矩形 $C_{2.5}G_{2.5}G'C'$ とに分ける。[$CG=CC_{2.5}$ $CG/GG'=G_{2.5}G'/G'C'=C'C_{2.5}/C_{2.5}C=\phi$]

(注 2) 図 5-1 のように、左のアーチの外輪(エクストラドス)の頂点を Q_1 としてみる。このアーチの左右にある円形浮彫の中心をそれぞれ W_1 、 W_2 とすると、 W_1 、 W_2 は Q_1 と同じ高さにあり(円柱の柱身と柱頭下の平縁との境界も同じ高さである)、また W_1 、 W_2 から垂直線を下ろすと、アーチの起点である迫り元のコーニスの中央 P_3 、 P_4 を通る(この P_3 と P_4 の高さつまり Y 座標は 2.5 である)。さらに垂直線をおろし、アーチの側柱を支える基点を P_1 、 P_2 とする。

この時、 $P_1P_2W_2W_1$ は黄金矩形である。また $P_1P_2P_3P_4$ は正方形で、 $P_4P_3W_2W_1$ は黄金矩形。また P_4 は P_1W_1 を黄金分割している。[$P_1P_2=P_1P_4$ $P_1P_2/P_2W_2=P_3W_2/W_2W_1=W_1P_4/P_4P_1=\phi$]

また黄金矩形の基本的特性として、二本の対角線 P_2W_1 と P_4W_2 を引くと、これらは直角に交わる。

中央のアーチは左右のアーチよりも一回り大きく、その左右にある円形浮彫の中心 W_3 と W_4 は、アーチ内輪の頂点と同じ高さにあるが、左右のアーチの区画にある円形浮彫の中心(W_1 や W_2) よりもわずかに高い位置に設けられている。 W_3 と W_4 から垂直線を下ろすと、それぞれアーチ迫り元のコーニス中央 P_8 、 P_7 を通り、また基準線 AB との交点を P_5 、 P_6 としてみる。

この時、 $P_5P_6W_4W_3$ は黄金矩形である。また $P_5P_6P_7P_8$ は正方形で、 $P_7W_4W_3P_8$ は黄金矩形。また P_8 は P_5W_3 を黄金分割している。[$P_5P_6=P_5P_8$ $P_5P_6/P_6W_4=P_7W_4/W_4W_3=W_3P_8/P_8P_5=\phi$]

[初層の六つの円形浮彫のそれぞれの中心の横幅方向の位置は、いずれもアーチの迫り元のコーニスの中央と考えられる。上層にある二つの円形浮彫を含め、ファサードにある八個の円形浮彫については、第 9 節とその注 1 で述べる]

さらに図 5-1 の $P_9P_{10}P_{11}P_{12}$ のように、中央の二本の円柱の柱間(左の円柱の柱身の右の稜線と、反対側の円柱の稜線の距離で、 P_9P_{10} の長さに等しい)、および複合ルート 5 矩形の下辺と上辺(P_9P_{10} と $P_{11}P_{12}$) とに囲まれる四角形も黄金矩形である。ファサード初層全高である P_9P_{12} を黄金分割する点を P_{13} とすると、下の正方形 $P_9P_{10}P_{14}P_{13}$ と上の小さな黄金矩形 $P_{13}P_{14}P_{11}P_{12}$ とに分けられる。 $P_{13}P_{14}$ は、ティンパヌムの幾何学模様の中央の

円の中心（図 1-7 や図 2-1 の V）を通り、また上下反対方向にある、もう一つの黄金分割点は、扉口の楣の上辺を通る。[$P_9P_{10}=P_9P_{13}$ $P_9P_{10}/P_{10}P_{11}=P_{14}P_{11}/P_{11}P_{12}=P_{12}P_{13}/P_{13}P_9=\phi$]

すでに何人もの研究者によって指摘されているように、ファサード初層部にはじつに多くの黄金比を見つけ出すことができる（次の注3を参照）。しかし本質的とは思われぬものもあるようである。ここで重要となるのは、その見いだされた黄金比をアルベルティが構成原理として意識していたかどうかということであろう。黄金比の一般的特徴として、ある部分に黄金比を適用すると、思わぬ他の部分も黄金比になることがよく起こる。つまり「原因」としての黄金比ではなく「結果」としての黄金比である。むしろアルベルティが意識していたかどうかは本人に聞いてみなければわからないが、それを知る手がかりは、初期段階での構成原理が多くの結果を導きだせる包含力の大きいものかどうかにある。主要な建築要素の位置を漏らさず整合性をもって説明でき、さらにできるだけ多くの細部を一貫性をもって説明できるような構成原理でなければならない。

ファサードの黄金比に関する先行研究と本稿との違いは次の二点である。（1）本稿では、図 1-3 の AEE'A' のような「ルート5矩形に内在する黄金矩形」を分析の出発点としている。これをファサードに適用するさいに、図 3 の CGG'C' のように右に 0.5 だけ移動して、二つの円柱に囲まれた矩形を黄金矩形としている。（2）先行研究では問題の対象とさえなっていない「円形浮彫」の位置を、本稿では黄金矩形の観点から分析している。

（注3）[研究者による黄金比の指摘] ファサード初層部に黄金矩形や黄金分割が認められることは、すでに何人もの研究者によって指摘されている。早くに De Angelis d'Ossat(1958, pp.256-7; TAV.XVII なお同じ図が Ricci,1974, appendice, p.XI にも掲載されている) は、ファサードの中央の門扉や径間、ティンパヌムの幾何学模様いくつかの矩形、さらに両側面部にも多くの黄金矩形を指摘している（第9節の注1の最後および注3も参照）。同様の分析は相川（1988, p.207, 第 93 図）にも見られ、これらに記入された平行な斜線は黄金矩形を示す。

Canali（2007, p. 61 の図版）によれば、ファサード初層部の左半分は正方形となり、ファサード中央から右のアーチ中央までの四角形は黄金矩形である。したがってこの正方形と黄金矩形とを合体すれば新たに大きな黄金矩形となる。右のアーチ中央から壁面の右の稜線までの距離は、ファサード中央から右のアーチ中央までの距離と黄金比である。むしろファサード中央から右のアーチ中央までの距離は、正方形の一辺とも黄金比である。

私もこの指摘はほぼ正しいと考える。つまり図 4 のファサードの横幅を 9 等分した座標で計算してみると（ここでは便宜上、座標の数値の小さい左のアーチで考える）、左アーチ中央の X 座標は 1.75、ファサード中央は 4.5、左アーチ中央からファサード中央までの距離は 2.75、左アーチ中央からファサード壁面の右の稜線までの距離は 7.25 となる。これらの比を計算してみると、 $1.75/2.75 \approx 0.636$ $2.75/4.5 \approx 0.611$ $4.5/7.25 \approx 0.621$ となり、黄金比 $\phi \approx 0.618$ に近づいていくのがわかる。

この比例分析は左右のアーチの中央が黄金比によって説明できることを示している。しかしこの指摘だけではアーチの横幅や四本の円柱の位置を説明できない。図 4 のようにファサード 9 等分（もしくは 18 等分）ならば円

柱の位置もアーチの横幅も決定でき、その結果左右のアーチ中央の位置も定まる。したがって左右のアーチの中央が黄金比によって説明できるのは、「結果」としてであって、「原因」としてではないと思われる。つまり初期段階での構成原理として、黄金比を左右のアーチ中央の位置決定に適用したとは思えない。

【横幅方向の黄金比】これまで黄金矩形（つまり横幅と高さとの黄金比）を中心に述べてきたが、次に横幅方向だけの黄金比を見てみる。

比例コンパスで計測してみると、近似値的に黄金比となるものは多いが、根本的な構成原理と見なせるものは少なく、ほとんどは「結果」としての黄金比と思われる。

（注4）Manenti Valli(2003, TAV.XIV-V; 2012, p.131)は、ファサード初層部壁面の横幅方向に、フィボナッチ数列による多くの黄金比を指摘している。その説明図はさながらティンパヌムの中央の円を支点として比例コンパスを順次広げていくような印象を与えて興味深い。中央アーチの内径を13として(piedi riminesiに換算)、21は中央アーチの左右の円柱の柱身の稜線同士の距離、34は左右のアーチ中央同士の距離、55はファサード全体の横幅としている。

補足するならば、これらの指標となる点はさまざまに組み合わせることで多数の黄金比の組合せを派生させる。たとえば中央アーチの内径点は中央開口部の左右側柱の稜線となるが、この稜線はファサード全体の横幅を黄金分割している。また34対55の比で示されているものは、前の注3で述べたCanali(2007, p. 61の図版)と内容的に同じことである。しかし21の位置はさほど重要とは思えないし、この解釈では四本の円柱の中心軸の位置を導けない。

以上の他に、横幅方向において順次黄金比となる組合せを、長さの小さいものから列挙すると、(1)扉口の楕、ティンパヌムの最も内側の半円の直径、中央部二本の円柱の柱身上部の内側稜線の距離 (2)扉口のペディメント、中央のアーチの最大直径、左アーチの右円形浮彫の中心と右アーチの左円形浮彫の中心の距離、右アーチの左円形浮彫の中心からファサード壁面の左端の稜線までの距離 (3)扉口の下方左右にある横長の楕円模様の中央同士の距離は、ティンパヌムの左右にある縦長の楕円模様の中央同士の距離とほぼ同じだが、これらの距離は中央アーチの左右の円形浮彫の中心同士の距離と黄金比である。これらの円形や楕円のモチーフは黄金比で結びついていると思われる。

【高さ方向の黄金比】高さ方向の黄金比についてもすでに多くの例を見てきた。三つのアーチと円形浮彫のつくる縦長の黄金矩形には、高さ方向の黄金比が顕著に認められる。たとえば図5-1でP₄はP₁W₁を黄金分割している（同様の例は本節の注2参照）。

（注5）【細部の黄金比】さらに細部についても多くの黄金比を見つけることができる。高い基壇とその上の装飾帯の高さとは黄金比と思われる。さらにこの装飾帯の高さとその上に置かれた円柱の基台の高さも黄金比であろう。アーチの内輪と外輪との間につけられた装飾的な境界や、アーチの側柱の柱頭部分の境界も黄金比と思われる（図2-1）。円形浮彫の幅や、扉口のさまざまな細部装飾にも黄金比が利用されていると思われるが、これら

については次の第9節も参照されたい。

9 その他（円形浮彫 扉口 上層 全体構想と幾何学模様の呼応）

ここではこれまで全体としては述べてこなかった八個の円形浮彫や、未完成の上層部分、および全体構想などについて考えてみる。

【円形浮彫】ファサード上層の左右にある二つの円形浮彫は、（どの研究者もなぜか言及していないようだが）じつに不思議な位置に置かれている。横方向に見ると、下の初層の左右のアーチの中央に近いところに配されているが、そこから微妙に外れている（図5-1において、上層の右の円形浮彫の中心 W_5 からの垂線 W_5P_{16} は右のアーチの中央より少し左にずれている）。

ファサードには合計八個の円形浮彫が配されている。初層の中央のアーチの両側のスパンドレルに二個、左右のアーチの両側に四個あり、これら六個の位置については前述したが（第8節とその注2参照）、中央のアーチの円形浮彫の高さは、左右のアーチの円形浮彫よりもわずかに上方に置かれている。

これらの円形浮彫は一見単純な配置のようにも見えながら、互いに少しずれており、そこに微妙な「ゆらぎ」が生じている。この八個の円形浮彫だけを脳裏に浮かべてみると、空中のシャボン玉のように非現実的な浮遊感を覚えるほどである。あるいはティンパヌムの幾何学模様と同様、アルベルティが我々に投げかけたもう一つのパズルのようにも見える。

むしろこれらの円形浮彫はでたらめに配されたのではない。初層の円形浮彫が黄金矩形で説明できたように、上層の円形浮彫も黄金矩形に基づいて配置されたと思われる（図5-1において、 $P_{15}P_{16}W_5P_{19}$ は黄金矩形）。

（注1）初層の円形浮彫については、第8節の注2で述べたように、図5-1の $P_1P_2W_2W_1$ および $P_5P_6W_4W_3$ が黄金矩形であった。上層の円形浮彫については、同じ図5-1の $P_{15}P_{16}W_5P_{19}$ を黄金矩形として考えると、整合性と一貫性が生まれる。つまり上層の右の円形浮彫の中心 W_5 からの垂線 W_5P_{16} を黄金分割する点を P_{17} とすると、この点を通る水平線 $P_{17}P_{18}$ は、黄金矩形 $P_{15}P_{16}W_5P_{19}$ を、上の小さな黄金矩形 $P_{18}P_{17}W_5P_{19}$ と、下の正方形 $P_{15}P_{16}P_{17}P_{18}$ とに分ける。[$P_{15}P_{16}=P_{15}P_{18}$ $P_{15}P_{16}/P_{16}W_5=P_{17}W_5/W_5P_{19}=P_{19}P_{18}/P_{18}P_{15}=\phi$]

この時 $P_{17}P_{18}$ の高さは右のアーチの外輪の高さと一致する（したがって第8節の注2で述べた Q_1 や、円形浮彫の中心 W_1 、 W_2 と同じ高さになる）。ただし P_{17} は右アーチ外輪の頂点ではなく、そのやや左であることを注意。

さらにファサード中央から上層右の円形浮彫の中心までの距離 $P_{19}W_5$ と同じ長さである $P_{15}P_{16}$ は、ファサード左右両端の円柱基台の端 P_{20} 、 P_{21} と同じ黄金比と思われる（図5-1で $P_{16}P_{21}/P_{15}P_{16}=P_{15}P_{16}/P_{20}P_{15}=\phi$ ）。

また図5-1の点 $M_{2.5}$ （図2-1のティンパヌムの幾何学模様での M ）と、中央アーチ右の円形浮彫 W_4 と、上層の右の円形浮彫 W_5 とは斜め一直線上に並んでいる。そして中央アーチ右の円形浮彫を囲む正方形の左下の頂点を

Q_2 、上層の右の円形浮彫を囲む正方形の左下の頂点を Q_3 とすると、 $M_{2.5}$ 、 Q_2 、 Q_3 の三点はほぼ黄金比となる。

さらに、上層の二つの円形浮彫の距離 W_5W_6 を黄金分割する点 P_{22} からの垂直線は（図 5-1 では点線で示す）、ティンパヌムの幾何学模様の点 B（図 2-1 での B）を通る。むしろもう一つの黄金分割の点は A を通ることになる。また図 5-2 で、この上層の二つの円形浮彫を囲む正方形のそれぞれの上辺の中央（右の Q_4 、左の Q_5 ）から垂直線を地上の基準線 AB まで引くと（その交点 P_{23} 、 P_{24} ）、それらを囲む矩形 $P_{24}P_{23}Q_4Q_5$ はほぼ正方形となる。

以上のようにファサードの円形浮彫のやや不可解とも思える配置は黄金矩形によって説明できる。さらに両側面部においても連続アーチの間に六つずつの円形浮彫が置かれているが、その配置も同様に黄金矩形で説明できる。すなわち「二つの円形浮彫の中心間の距離」と「石棺とその下の基壇との境界から円形浮彫の中心までの高さ」は黄金比となっている。なお De Angelis d'Ossat(1958, TAV.XVII) の指摘するように、側面部の銘版なども黄金矩形である（第 8 節の注 3 参照）。

（注 2）初層の円形浮彫は同じ大きさであるが、上層の円形浮彫よりもやや大きい。初層の円形浮彫を囲む正方形の一辺は 0.5 より少し短い（たとえば円柱の基台の横幅は 0.5 だが、それより短い）、円形浮彫を囲む正方形の対角線の長さが 0.5 に等しい。そして初層の円形浮彫を囲む正方形の一辺が、上層の円形浮彫を囲む正方形の対角線の長さに等しい。つまり初層と上層の円形浮彫の比はルート 2 と思われる。

（注 3）【扉口とペディメント】中央のアーチの下にある扉口とそのペディメントについては、すでに何度か部分的に言及してきたが、まだふれていない部分を含め、ここでまとめておきたい。

扉口の門扉自体（図 5-2）も黄金矩形と思われる（De Angelis d'Ossat, 1958, TAV.XVII ; 相川 1988, p. 207 の第 93 図）。【この門扉はティンパヌムの幾何学模様にある二つの「縦長の長方形」（ほぼ黄金矩形）と呼応しているとも考えられる（第 5 節の注 1 参照）。さらに門扉の縦の長さは、門扉の上辺から中央アーチの外輪頂点までの距離とほぼ黄金比である】

ペディメントの三角形の頂点から底辺までの高さは、その底辺から扉口の楣の下辺までの距離と等しい。そしてその合計である、ペディメントの頂点から楣の下辺までの距離は、扉口の楣の横幅とほぼ等しいように見える（したがって、第 6 節の注 1 で述べたように、ティンパヌムの幾何学模様の CD の両端と、扉口の楣の下辺の両端を結ぶと正方形になる）。

ペディメントの底辺の横幅が連続する黄金比の一つであることは前述した（第 8 節の注 4 の後半）。ペディメントの底辺の高さは、中央アーチの外輪頂点から、円柱の下の装飾帯の上辺（または扉口両脇下方の楕円形装飾の中央）までの距離を黄金分割しており、また（やや蓋然性に欠けるのだが）地上から上層の円形浮彫の中心までの距離を黄金分割するようにも見える。さらにペディメントの底辺から地上までの距離を黄金分割するのが、楕円形装飾の中央である。

【上層】ファサードの上層部分は未完成で、縦溝つき付け柱や左右の傾斜するペディメントの壁が残され、中央開口部の奥には、元来の聖堂の正面壁が垣間見られる（図 3）。

二本の縦溝つき付け柱は、初層の中央の二本の円柱の延長上（真上）に置かれている（図 5-2 の G と H）。またペディメントの傾斜が垂直の壁に変わる位置（ E_6 および F_6 のすぐ下）は、初層の左右アーチの側柱稜線（E と F の垂直線）に一致する。このように上層部分は初層の構成と連続しており、当然ながら両者はファサードとして一体のものとして構想されている。

ここで注意したいのは、ティンパヌムの幾何学模様との関係である。図 5-2 のように、ティンパヌムの幾何学模様のうち、中央のひし形を囲む正方形と、その上の長方形に注目してみると、この小さな四角形(図 2-2 の $EFF_{6.5}E_{6.5}$ に相当する)を拡大(長さを 8 倍)したものが、大きな四角形 $EFF_{6.5}E_{6.5}$ となる。

(注 4) 図 5-2 で上層部分の $E_{6.5}F_{6.5}$ の水平線は、右上にわずかに見えるアーチの起点(迫り元のコーニスの上辺)の高さと一致する。左上の E_6 で壁の工事は中断しているが(図 3)、そこからの水平線も枠取りの直線 E_6F_6 と一致する。

小さな四角形において黄金比が見いだされたように(図 2-2 の EE_4 と $E_4E_{6.5}$ がほぼ黄金比。第 5 節参照)、大きな四角形においても EE_4 と $E_4E_{6.5}$ がほぼ黄金比である。さらに点 E_4 とは上下反対方向に黄金分割する点 $E_{2.5}$ は、ティンパヌムの幾何学模様の基準線 AB と同じ高さにある。

上層部分や大ドームの完成予想図の諸説については序の注 2 で述べた Turchini(2000)参照。Borsi (1977, pp.137-9) のものがよく知られているが、近年のものとしては、Tavernor(1998, p.65, fig.45)や Manenti Valli(2003, pp.57-60: TAV.IX-XII) のものがある。

[全体構想と幾何学模様の呼応] (「ファサードの壁面構成」と「ティンパヌムの幾何学模様」との呼応) ティンパヌムの幾何学模様(図 2-1)の $ABB'A'$ がファサード初層壁面(図 3)の $ABB'A'$ と対応していることは、第 6 節以下の議論でも強調してきたことである。さらに直前の本文で述べたように、ファサード上層についても、ティンパヌムの幾何学模様との呼応が見られる(図 5-2)。

こうした見方をさらに敷衍するならば、ティンパヌムの幾何学模様のほかの部分も、この聖堂の側面部や(構想だけで終わった)袖廊やドームなどと呼応しているのではないかと考えられてくる。むしろ、これはきわめて仮説性の強い見方であるが、ひとつの可能性として述べてみたい。

ティンパヌムの幾何学模様の左右二つの楕円は、(構想で終わった)袖廊と呼応していると思われる。ファサードの左右のアーチは、袖廊でも同じ幅で反復的に繰り返されている。図 2-1 の幾何学模様の AG と HB が左右のアーチのある径間に対応するように、図 2-2 の AT と BU は、ファサード側からみた袖廊の幅に対応していると思われる。

また図 2-1 の上方左右のひし形のある区画は、ファサードの左右(二つの直角三角形)のペディメントの壁に対応しているのではなかろうか。

(注 5) 袖廊については序の注 1 参照。また袖廊の復元については、Manenti Valli(2003, p.59: TAV.XI など)を参照されたい。第 5 節の注 7 の最後でも述べたように、下方左右の小さな横長の長方形(ルート 2 矩形)は聖堂の側面部への暗示かも知れない。

結

以上のファサード壁面の比例分析は、私自身のさまざまな試行錯誤を経ての結果であるが、気づいてみれば、すでに多くの研究者により指摘されていることと重なる点も多い。先行研究と異なる本稿の新知見は、壁面を分析するさいの「根拠」を「ティンパヌムの幾何学模様」に求めたことであり、さらにそれらの幾何学的な「原理」を「複合ルート5矩形」としたことである。

むろんここで述べたことは一つの仮説であり、大要が正しかったとしても、全体から細部を決定してゆく個々の論理的順序はアルベルティ自身のものとかかなり異なるかもしれない。しかし、最も重要なことは、全体から細部までを「幾何学的な整合性」をもって説明できることであって、どの部分から決定していったかではない。複雑な幾何学図形はふつう何通りもの作図方法があり、その内の一つが決定的な作図順序ということではない。幾何学的な相互の関連性がどのような構造をしているのかを解明することが重要なのである。

複合ルート5矩形という概念を基本としてファサードの比例分析をしたわけであるが、簡単な整数比で解釈すれば事足りるのではないかという意見もあるだろう。しかし簡単な整数比からは黄金比の微妙なプロポーションは生まれない。むろんフィボナッチ数列が示すように、黄金比と結びつく整数比はあるのであるが、それらはいくまで黄金比の近似値にすぎず、発想の根本において黄金比は整数比ではない。

同様に黄金矩形は「ルート5矩形」に内在しているのであって(図1-3)、単純な「4対9の長方形」にではない。

しかし、本稿で試みたようにルート5矩形や複合ルート5矩形は、有理数比(整数比)と無理数比(黄金比)という共存の難しいプロポーション同士の関係を、巧妙に和解させ、簡潔にして華麗な比例構成をつくり出すことができるのである。

ここにこそ、アルベルティの求めた全体と部分との最高の調和 *concinntas* があるのである。

[参考文献] なお各項目の最後の []内の頁は本稿の内容と関係する箇所を示す。

- AA.VV.(1994): *Leon Battista Alberti* (Catalogo della mostra: palazzo Te, Mantova), a cura di Joseph Rykwert e Anne Engel, Milano, 1994. [→ Naredi-Rainer; Tavernor]
- AA.VV.(2007): *Il tempio della meraviglia: Gli interventi di restauro al Tempio malatestiano per il Giubileo(1990-2000)*, a cura di Cetty Muscolino e Ferruccio Canali, Firenze, 2007. [→ Canali]
- AA.VV.(2010): *Il Tempio Malatestiano a Rimini* (Mirabilia Italiae, 16), a cura di Antonio Paolucci, Modena, 2010.
- ATTI(2001/2003): *Templum mirabile* (Atti del Convegno sul Tempio malatestiano: Rimini, Palazzo Buonadrata 21/22 settembre 2001), Rimini, 2003. [→ Manenti Valli]
- 相川(1988): 相川浩『建築家アルベルティ：クラシズムの創始者』中央公論美術出版 1988 [pp.173, 205-7]
- 相川(2003): 相川浩『建築比較論：利休とアルベルティの作意』中央公論美術出版 2003 [pp.101, 201-3]
- アルベルティ：レオン・バティスタ・アルベルティ『建築論』相川浩訳 中央公論美術出版 1982
- Borsi(1975): Franco Borsi, *Leon Battista Alberti*, Milano, 1975. (English trans. Leon Battista Alberti: Complete edition, Oxford, 1977) [pp. 127-91]
- Canali(2007): Ferruccio Canali, 'Leon Battista Alberti «camaleonta» e l'idea del Tempio malatestiano dalla storiografia al restauro' in AA.VV.(2007) pp.46-73.
- De Angelis d'Ossat(1958): Guglielmo De Angelis d'Ossat, 'Enunciati euclidei e «divina proporzione» nell'architettura del primo Rinascimento' *Il mondo antico nel Rinascimento* (Atti del V Convegno internazionale di studi sul Rinascimento: Firenze, Palazzo Strozzi, 2 - 6 settembre 1956), Firenze, 1958, pp.253-63
- Ettlinger(1990): Helen S. Ettlinger, 'The Sepulchre on the Facade: A Re-evaluation of Sigismondo Malatesta's Rebuilding of San Francesco in Rimini' *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, vol. 53(1990), pp. 133-143.
- Frommel(2007): Christoph Luitpold Frommel, *The architecture of the Italian Renaissance*, London, 2007. (邦訳：クリストフ・ルイトボルト・フロンメル『イタリア・ルネサンスの建築』稲川直樹訳 鹿島出版会 2011) [pp.36-7]
- 福田(2012): 福田晴度『アルベルティ』中央公論美術出版 2012 [pp.105-34 特に pp.132-3 (注42)]
- Furnari(1993): Michele Furnari, *Atlante del Rinascimento: il disegno dell'architettura da Brunelleschi a Palladio*, Napoli, 1993.(English ed. *Formal Design in Renaissance Architecture from Brunelleschi to Palladio*, Naples, 1995) [pp.102-3]
- Heydenreich(1974): Ludwig H. Heydenreich and Wolfgang Lotz, *Architecture in Italy, 1400-1500*. (The Pelican history of art) Harmondsworth, Eng.: Baltimore, 1974 [pp. 30-2]
- Manenti Valli(1999): Franca Manenti Valli, 'La regola del costruire "armonico" nella progettualità albertiana' *Leon Battista Alberti: Architettura e cultura* (Atti del Convegno internazionale: Mantova, 16-19 novembre 1994), Firenze, 1999, pp.355-66.

- Manenti Valli(2003): Franca Manenti Valli, 'Un percorso "metrico" per la restituzione del Tempio' in ATTI(2001/2003) pp. 31-71.
- Manenti Valli(2012): Franca Manenti Valli, *Leonardo: il comporre armonico nella tavola dell'Annunziata*, Milano, 2012. [pp. 128-31]
- March(1999): Lionel March, 'Proportional design in L. B. Alberti's Tempio Malatestiano, Rimini' *Architectural Research Quarterly*, vol.3(1999), pp.259-69.
- Naredi-Rainer(1982): Paul von Naredi-Rainer, *Architektur und Harmonie: Zahl, Maß und Proportion in der abendländischen Baukunst*, Köln, 1982. [p. 167]
- Naredi-Rainer(1994): Paul von Naredi-Rainer, 'La bellezza numerabile: l'estetica architettonica di Leon Battista Alberti' in AA.VV.(1994) pp.292-9.
- Ricci(1924/1974): Corrado Ricci, *Il Tempio malatestiano*, Milano – Roma, 1924 (ristampa con appendice di P. G. Pasini, Rimini, 1974)
- 篠塚(2014): 篠塚二三男「ルート5 矩形とルネサンス絵画」 『跡見学園女子大学文学部紀要』 第49号 2014 pp. 47-70.
- 篠塚 (2015予定): 篠塚二三男「ベルナルド・ロッセリーノの壁面墓碑」 跡見学園女子大学『人文学フォーラム』 第13号 (2015 掲載予定)
- Soergel(1958): Gerda Soergel, *Untersuchungen über den theoretischen Architekturentwurf von 1450-1500 in Italien*, Köln, 1958. [pp.8-22, Die Harmonien in L. B. Albertis Tempio Malatestiano]
- Soergel(1960): Gerda Soergel, 'Die Proportionslehre Alertis und ihre Anwendung an der Fassade von S. Francesco in Rimini' *Kunstchronik*, vol.13, 1960, pp.348-51.
- Tavernor(1994): Robert Tavernor, 'Concinnitanis, o la formulazione della bellezza' in AA.VV.(1994) pp.300-15.
- Tavernor(1998): Robert Tavernor, *On Alberti and the art of building*, New Haven : London, 1998. [pp.51-77]
- Turchini(2000): Angelo Turchini, *Il Tempio malatestiano, Sigismondo Pandolfo Malatesta e Leon Battista Alberti*, Cesena, 2000. [pp.321-9, 925-57]
- Volpi Ghirardini(1996): Livio Volpi Ghirardini, 'The numberable architecture of Leon Battista Alberti as a universal sign of order and harmony' *Nexus: Architecture and Mathematics*, a cura di Kim Williams, Fucecchio (Firenze), 1996, pp.147-66.
- Wittkower(1949): Rudolf Wittkower, *Architectural Principles in the Age of Humanism*. London, 1949.(2nd ed. 1952; 3rd ed. 1962; 4th ed. 1988; 5th ed. 1998) (邦訳: ルドルフ・ウィットコウワー『ヒューマニズム建築の源流』中森義宗訳 彰国社 1971 [pp.70-6])
- Zoubov(1960): V. Zoubov, 'Quelques aspects de la théorie des proportions esthétiques de L. B. Alberti' *Bibliothèque d'Humanisme et Renaissance. Travaux et documents*, vol. 22 (Genève: 1960) pp.54-61.