

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：57601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23404027

研究課題名(和文) アテネのアクロポリスに建つローマとアウグストゥス神殿の実測調査及びその復元的研究

研究課題名(英文) Architectural Study of Temple of Rome and Augustus on the Acropolis at Athens

研究代表者

林田 義伸 (HAYASHIDA, Yoshinobu)

都城工業高等専門学校・建築学科・教授

研究者番号：00149999

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：円形のローマとアウグストゥス神殿(1C.B.C.)を構成する石材について、3Dスキャナを用いて実測し、その実測図を作成し、平面及び立面の各部寸法について復元した。また、本神殿はエレクトイオン(5C.B.C.)を殆ど模して建設されたものであるが、各部寸法や施工痕を分析し、エンタブラチュアの割付方や接合部等、当時の手法が用いられていたことを明らかにした。関連研究として、古代ギリシアのトロス等の設計法や、神格化されたローマとアウグストゥス崇拝に関し考察した。

研究成果の概要(英文)：We measured the blocks composing the circular temple of Rome and Augustus (1C.B.C.) by using 3D scanner and made the drawings of the blocks. Each dimension of the plan and the order was restored. Analyzing the dimension of each part of the temple and the traces of the clamps and the dowels, we found that the proportion of each part of entablature and stone-joining techniques showed the preference and manner of those days although the temple was made as an absolute copy of the Erechtheion (5C.B.C.). As related research, we analyzed the design methods of tholoi in the ancient Greece and discussed the cult of Rome and Augustus which were deified.

研究分野：西洋建築史

キーワード：ギリシア建築 ローマ建築 イオニア式 円形神殿 実測調査 3Dレーザースキャン アテネ アクロポリス

1. 研究開始当初の背景

アテネのアクロポリス上に建つパルテノン神殿の東正面に、ローマ帝政初期に建設され、ローマとアウグストゥスに献げられた小さな円形神殿の部材が集積されている(図1)。この神殿に関しては、19世紀末にカウエラウにより報告され、その後、ピンダーにより実測調査が行われた。しかし、ピンダーの報告書(1967)の石材図は大まかで、荒い図となっている。そのような状況の中、研究代表者は、2011年8月に、アクロポリス文化財保護委員会(Y.S.M.A.)からこの神殿の石材の実測調査を依頼された。



図1 集積された石材(パルテノンより撮影)

ローマ帝政初期にギリシアに建設された建築の実測調査は、ローマ時代の建築の様式的特性や施工上の特徴等、古代ギリシア時代の建築との関連性等を解き明かす資料として重要である。また、この円形神殿は装飾などの類似性から、エレクトイオンを模倣して建設されたと言われている。一方、エレクトイオンの設計法と、古代ローマの建築家ヴィトルヴィウスが建築十書に記したイオニア式神殿の設計法との類似性を指摘する説もあり、その建築十書の執筆時期と、本神殿の建設時期は重なっている。従って、エレクトイオンを含め古代ギリシア建築の設計法の研究を進めている研究代表者にとって、本神殿の調査研究は、設計法解明の重要な手がかりとなる。

2. 研究の目的

本研究の第一の目的は、石材の実測調査に

おいて、精度の高い石材図を作成し、円形神殿の平面及び立面の復元を行い、ギリシアに建設された帝政初期の建築の特徴を明らかにすることにある。また、エレクトイオンとの関連性などもその目的として重要となる。

本神殿は、円形神殿であるが故に、各部材は扇状となっており、手計りでの実測は困難である。そこで、3D スキャナを用いた実測方法を開発する目的も有する。

3. 研究の方法

石材の実測は、基本的にハンディータイプの3Dスキャナを用い、3D画像を取得する。スキャンは(株)計測リサーチコンサルタントの協力を得、それを基に、石材図を作成した。手計りにより正確な寸法計測が困難な場合は、スキャンにより得た3D画像から寸法を取得した。また、3D画像の解析により、様々な石材寸法を復元し、それらを用いて平面及び立面の復元を試みた。

本神殿の各部寸法や装飾手法、施工痕等の分析から、それぞれの特徴を明らかにし、本神殿の建築的特徴等について考察する。また、本神殿とトロス、エレクトイオンやヴィトルヴィウスの記す設計法との関連性についても考察する。また、神格化されたローマとアウグストゥスの祭礼に関する考察を行う。

4. 研究成果

(1) 神殿の現状と実測

ピンダーは、その報告書の中で61個の石材(複数の断片になっている石材は纏めて1個と数えた)を記録している。本調査では、その内、41個の石材の実測図(図2)を作成した。また、今回新たに3個の石材が発見されており、それらを含めると、44個の石材の実測図を作成したことになる。その44個中34個の石材に関し3D画像を作成した。さらに、1/10や1/5の縮尺で正面図や上面図などの図を作成し、これを下図として石材図を作成し、3D画像を解析することにより、必要に応じた精度で各部寸法を得た。

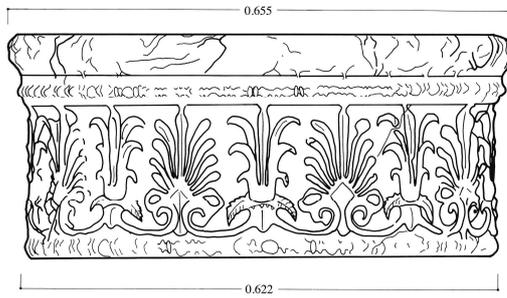


図2 ネッキング装飾材側面実測図

(2) 3D-CAD を用いた実測と石材復元

本神殿を構成する多くの石材は扇面状であり、また、破壊や風化、摩耗により欠損が生じている。そこで3D スキャナを用い、これらの部材の欠損を補い建設当初の形状を推測する、復元的測量方法を考案した。

3D スキャナは3次元立体視の原理とレーザー測距技術、画像解析の技術を組み合わせ、対象となる部材の表面の相対的位置座標の点データを連続的に取得し3次元形状を測量する機器である。取得したデータは相互の位置関係をポリゴンに変換して出力され、表面形状モデルとして利用することができる。ポリゴンの大きさは1mm～数mmの大きさで設定することが可能で対象の緻密さで変更可能である。また、3D スキャナで取得した表面形状モデルは3D-CAD ソフトに取り込むことで、任意の位置の断面形状を切り出すこともできる。

各部材はもともと水平、垂直、平行といった基準に正確になるよう加工されているという前提で、摩耗、破壊による欠損を生じていると考えると、欠損位置の上下あるいは左右の近傍位置で断面図を切り出し、それらを重ね合わせることで得られる形状は切断位置毎の摩耗欠損を互いに打ち消し合う形状に近づくと考えられる。実際は摩耗、破壊などによる欠損、施工精度の問題などで完全に補うことはできないが、復元の際の参考として十分に利用可能である。

本研究ではアーキトレイブ、フリーズ、ゲイソン、スタイロバートの各部材については、

上面を基準とし基準面に平行に欠損の少ない位置あるいは等間隔に、複数の断面形状を切り出し合成し、もっとも外側になる点を選んでそれぞれの円弧部分に外接内接する円を作図して神殿の半径や中心を求めた。

またそれによって求められた中心を基準として極座標系を設定し円弧に沿って上面に対して鉛直方向の断面を複数切り出し比較・合成し、部材の厚さ、モールディングの形状の推測を実施した。

円柱を構成するドラム部材については、フィレットの外周部の破損が大きいため、欠損や摩耗が少ないと考えられるフルートの底に内接する円を複数作図して中心位置の平均を求め、ドラムの直径の復元的推定のための基礎となるドラム寸法と中心軸の推定を行った。

柱頭の復元にあたっては、ヴォリュート、アバクス、トルス（ネッキングとの接続部）に分けてそれぞれ形状の推測を試みた。そのため柱頭上面を基準として3次元座標系を設定し、3軸の方向毎に2mm 間隔で断面形状を取り出しそれを重ね合わせることで、各部分の欠損の確認、欠損部分の復元を試みた。ヴォリュートは断面図を重ね合わせることで、螺旋形状の推測を行い、復元を行った(図3)。トルスについては断面形状から接続部に内接する円をもとめ寸法を推測した。さらに接続部に残る中心を示す穴から、その中心と各部の関係を推測した。

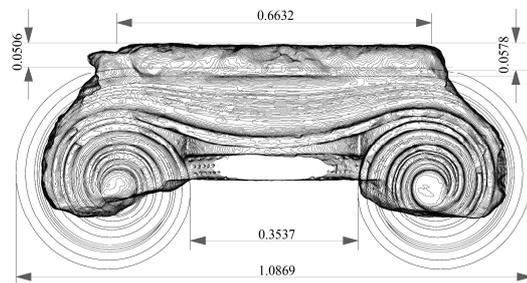


図3 柱頭ヴォリュートの復元図

(3) 神殿各部寸法の復元

石材寸法の分析から、本神殿は9柱間を持

つ周柱式のイオニア式神殿で、その内1つの柱間は、他の柱間のおよそ1.5倍の長さとなっていることを確認した。

先ず、残存状態が良く、円弧面が1.5mを越えるスタイロベイト石材(1個)及びアーキトレイブ石材(4個)の弧面の3D画像解析から、円柱中心における神殿半径を2.927~3.142mの範囲と求めた。次に、アーキトレイブすべての石材において残存状況の良い第2ファスキアにおける弦長を復元実測し、1個の長い石材で3.227m、他の3個の平均を2.197mと求めた。これらの石材弦長から形づくられる多角形に外接する円の半径を算出し、これからアーキトレイブ底面中心までの距離を引いた3.045mを神殿の円柱中心での半径とした。これは円弧面から計測した半径の範囲内にある。また、円柱中心からスタイロベイト端までの距離(0.641m)を加えて、スタイロベイトにおける神殿の半径を3.045m、直径を7.373mと求めた。

オーダー各要素の高さにおいては、柱身以外は各石材実測寸法の平均値を復元値とした。柱身を構成するドラムは、計算上36個必要となるが、その内18個の石材でドラム石材高さを実測することができた。その中にはピンダーが記載していないドラム石材1個が含まれたが、分析の結果、本神殿に使用されたものでないと判断した。残りの17個のドラムの、上面及び底面での直径を復元し、任意のドラムの上面の直径と、そのドラム上部に乗るドラムの底部直径の差を5mm以内とし、ドラムの組合せを検討したところ、2本の柱身を構成する組合せを確認でき、その平均値(5.530m)を柱身の高さとした。また、スタイロベイト上の痕跡やダボ穴の分析から、スタイロベイトと柱礎の間に何らかの部材(柱台と推定)が挿入されていた可能性があることを発見した。

(4) 神殿のオーダーの特徴

本神殿のオーダーは、ネッキング装飾部の

存在以外に、各部モールディング装飾もエレクトイオン(東正面)を模倣していることが明確となった。更に、今回の調査で、基壇各部寸法や、柱身高さを除く円柱の各部寸法は、ことごとくエレクトイオンの各部寸法に類似していることも判明した。柱身の高さは、本神殿では18cmほどエレクトイオンより低くなっているが、本神殿の柱台の高さを柱礎の半分の高さの0.143mとすれば、円柱高さは6.541mとなり、エレクトイオンの円柱高さとの差は4.5cmとなる。また、エンタブラチュア全体の高さ寸法も、エレクトイオンと殆ど同じ寸法となる。一方、エンタブラチュア各要素の寸法や、アーキトレイブのファスキアの割付方法は、エレクトイオンや同時代のアテナ・ニケ神殿とは異なっており、建設当時の手法に近い方法が採用されていることが判明した。

本神殿の各部寸法を決定する過程に関する設計法に関しては、分析まで到達できなかったが、その基礎研究として、ギリシアに残存するクラシック末期のペリプテラル形式のトロス(デルフィ、エピダウロス、オリンピア)に関して分析し、柱間寸法との比例関係から基壇直径寸法等を求める設計法を発見した。また、ローマ帝政初期のアルゴスのモノプテラル形式の泉に関して分析した結果、基本的にはトロスの設計法に類似しているものの、より連鎖的な手法による設計過程を見ることが出来た。今後、本神殿に関する設計法の分析を進め、これらの建築や建築十書で示される設計法との比較検討をする。

(5) 施工痕から見られる施工技術

本神殿に関するカウエラウ及びピンダーの研究では、建設時の石材接合技術に関する記述は見られない。そこで、本神殿の部材に残る施工痕の実測から明らかになった、当該建物に見られる施工技術について考察した。

ローマとアウグストス神殿には、石材接合に際し、水平方向の接合には鋸が、垂直方向

の接合には太柄が用いられている。これら銚と太柄はいずれも金属製であり、鉄製の本体の周囲を鉛でカバーする形になっている。形状は、銚は 型のみであるが、太柄は石材によって使い分けられ、方形型と長方形型（水平断面形状による分類）が見られる。

銚の使用個数は 4 個/1 部材、2 個/1 接合面であった。部材上面における太柄の使用個数については、フリーズとアーキトレイブについては、その直上の部材の大きさによって使用個数が 1 個あるいは 2 個となる。

3 段目までのドラム上面には太柄は中央に 1 個設置される。ネッキング装飾材直下のドラムは、調査した 5 個の部材の内、4 個は上面に 2 個の太柄が用いられているが、1 個（No.35）は中央に 1 個の太柄が設置されている。太柄が 2 個用いられる場合、太柄の水平断面は長方形になり、中央に 1 個用いられる場合の太柄よりもやや小さい。

アテネ市内の他のローマ建築の銚と太柄の使用法を、自由閲覧出来る範囲で調査し、当該建物の使用法と比較した結果、当該建物の銚と太柄の使用法は、アテネ市内の他の建物の使用法とほぼ共通であることも明らかになった。それらについては実測調査しており、現在も詳細に分析・検討している。

(6) ローマとアウグストゥスの祭礼と神殿

ローマ神信仰は紀元前 2 世紀の貨幣に確認でき、その神を祀る神殿は紀元前 195 年にはすでに建設されたとみなされる。一方オクタウィアヌスが生存中に自身を神とする崇拜を許したのは紀元前 29 年、皇帝となったアウグストゥスを神とする崇拜は紀元前 27 年からと見られる。このローマとアウグストゥスの 2 神を同時に祀る神殿建設は紀元前 29-27 年に小アジアで碑文等で確認でき、その後レプティス・マグナやオスティアなどローマ帝国各地で見られるようになった。この 2 神の神殿建設はローマに対する忠誠を示すひとつの具体的な表現である。一方、アテネ

のアクロポリスはアテネ市民の宗教上の中心地であり続けた場所である。そうであるからこそ諸外国の人々はアテネ市民から彫像や記念碑を建ててもらうことでアテネ市民に受け入れられ、最大の榮譽を得る場所と認識していた。そのアクロポリス上に立つパルテノン神殿はかつてのペルシャ戦争の勝利の象徴であり、その中心軸上にローマとアウグストゥスの円形神殿は建っている。紀元前 1 世紀後半から 1 世紀初めの時期、ローマは敵対関係にある東方のバルティアに幾度か侵攻しており、アテネはその間にあってローマ側についていた。こうした社会背景とアクロポリスおよびパルテノン神殿の持つ意味、ローマとアウグストゥス信仰の背景を考慮するとこの円形神殿はローマの敵対関係にあったバルティアに対し、アテネ市民がローマをアテネの守護者として受け入れ、かつそのローマの支配に対して忠誠を尽くす事を具体的な形で示したものと解釈できる。

(7) 今後の検討課題

現在も、本神殿の設計法の分析、施工痕の建設当時の他の建築との詳細な比較検討など継続して実施している。完成後は、調査報告書として、出版を予定している。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 14 件)

加塩啓介・林田義伸、「古代ギリシアにおけるペリプテラル形式のトロスの設計法に関する研究」、日本建築学会研究報告・九州支部計画系、第 54 号-3、2015.3.1、pp. 605-608、熊本県立大学（熊本市）

中原桃子・林田義伸・中川明子、「アテネのアクロポリスにあるローマとアウグストゥス神殿に関する研究 その 7 オーダーに関する考察」、日本建築学会研究報告・九州支部計画系、第 53 号-3、2014.3.2、pp. 573-576、佐賀大学（佐賀市）

加塩啓介・林田義伸、「デルフィのトロスの設計法に関する研究」、日本建築学会研究

報告・九州支部計画系、第 53 号-3、2014.3.2、
pp. 577-580、佐賀大学（佐賀市）

松田夏実・林田義伸、「エギナのアフアイ
ア神殿の平面設計法に関する研究」、日本建
築学会大会学術講演梗概集（北海道）F2、
2013.9.1、pp. 737-738、北海道大学（札幌市）

藤川大輝・中川明子・林田義伸、「アテネ
のアクロポリスにあるローマとアウグスト
ゥス神殿に関する研究 アテネ市内にある
ローマ建築の石材接合技術との比較」、日本
建築学会大会学術講演梗概集（北海道）F2、
2013.9.1、pp. 741-742、北海道大学（札幌市）

福ヶ迫悠希・中村 裕文、「3D スキャナデ
ータから石材の寸法を求める方法について
の考察」、日本建築学会大会学術講演梗概集
（北海道）F2、2013.9.1、pp. 743-744、北
海道大学（札幌市）

中村裕文、林田義伸「アテネのアクロポ
リスにあるローマとアウグストゥス神殿に
関する研究 3D プリンターを用いた遺構部
材の模型作成」、日本建築学会研究報告・九
州支部計画系、第 52 号-3、2013.3.3、pp. 633
-636、大分大学（大分市）

田口倫那、林田義伸、中村裕文、中川明
子、「アテネのアクロポリスにあるローマと
アウグストゥス神殿に関する研究 その 4
平面及び立面の復元試案」、日本建築学会研
究報告・九州支部計画系、第 52 号-3、2013.3.3、
pp. 637-640、大分大学（大分市）

藤川大輝、中川明子、林田義伸、「アテネ
のアクロポリスにあるローマとアウグスト
ゥス神殿に関する研究 その 5 アテネ市内
にあるローマ建築の石材接合技術との比較」、
日本建築学会研究報告・九州支部計画系、第
52 号-3、2013.3.3、pp. 641-644、大分大学
（大分市）

田口倫那、林田義伸、中川明子、山崎荘
太郎、「アテネのアクロポリスにあるローマ
とアウグストゥス神殿に関する研究 その 1
2011 年の実測調査の概要」、日本建築学会研

究報告・九州支部計画系、第 51 号-3、2012.3.4、
pp. 753-756、西日本工業大学（北九州市）

山崎荘太郎、林田義伸、太田明子、「アテ
ネのアクロポリスにあるローマとアウグス
トゥス神殿に関する研究 その 2 3D レー
ザースキャナーを用いた石材実測手法」、日
本建築学会研究報告・九州支部計画系、第 51
号-3、2012.3.4、pp. 757-760、西日本工業大
学（北九州市）

藤川大輝、中川明子、林田義伸、山崎荘
太郎「アテネのアクロポリスにあるローマと
アウグストゥス神殿に関する研究 その 3
石材接合技術について」、日本建築学会研究
報告・九州支部計画系、第 51 号-3、2012.3.4、
pp. 761-764、西日本工業大学（北九州市）

松田友花、林田義伸「パルテノン神殿の
平面設計法に関する研究」、日本建築学会研
究報告・九州支部計画系、第 51 号-3、2012.3.4、
pp. 765-768、西日本工業大学（北九州市）

石川巧、中村裕文、林田義伸「光線追跡
法によるパルテノン神殿の景観分析」、日本
建築学会研究報告・九州支部計画系、第 51
号-3、2012.3.4、pp. 503-508、西日本工業大
学（北九州市）

6. 研究組織

(1) 研究代表者

林田 義伸（HAYASHIDA, Yoshinobu）
都城工業高等専門学校・建築学科・教授
研究者番号：00149999

(2) 研究分担者

渡邊 道治（WATANABE, Michiharu）
東海大学・経営学部観光ビジネス学科・教授
研究者番号：70269108

中村 裕文（NAKAMURA, Hirofumi）
都城工業高等専門学校・建築学科・准教授
研究者番号：50249893

太田 明子（OTA, Akiko）
徳山工業高等専門学校・土木建築工学科・准
教授

研究者番号：10442469