

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年4月4日現在

機関番号：17401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22760490

研究課題名（和文）

デジタル三次元計測技術を用いた中近東・古代の石造ドーム建築に関する研究

研究課題名（英文）

A study of the ancient domical architecture in Near Middle East by use of the 3D digital measuring techniques

研究代表者

吉武 隆一 (YOSHITAKE RYUICHI)

熊本大学・大学院先導機構・特任助教

研究者番号：70407203

研究成果の概要（和文）：本研究は、ヨルダンに残る初期の球面三角形ペンデンティブ・ドームの中でも、最も古いとされる3つの遺構（ペトラの浴場、アンマン近郊のヌウェイジズ、ジェラシュの西浴場）について、詳しい現地調査を行い、ペンデンティブ・ドームの形状と建設年代を考察したものである。今回の研究によって、以下のことが確かめられた。これまで最初期の実例とされていたペトラの浴場（後1世紀）は、ペンデンティブ・ドームとしての要素を備えていないが、形状は極めて半球に近い。アンマン近郊のヌウェイジズ（後2世紀半ば）とジェラシュの西浴場（後2世紀第3四半期）は、切石の迫り石で作られており、ペンデンティブ・ドームとしての要素を全て備えている。また、これらのペンデンティブはかなり正確な球面として作られており、いわゆる球面三角形ペンデンティブである。とくに、ヌウェイジズのペンデンティブ・ドームは、全体が極めて半球に近い形をしている。

研究成果の概要（英文）：The author made architectural field works of spherical-triangle pendentive domes in Jordan; Baths at Petra, Nuweijis near Amman and West Baths at Jerash, and analyze their form and construction date. As a result, the following points are confirmed. Baths at Petra (second half of the 1st century) is not acceptable as an candidate of pendentive dome, because it has not all elements of pendentive dome satisfactorily. Nuweijis near Amman (mid-2nd century) and West Baths at Jerash (third quarter of the 2nd century) are both made of cut stone voussoir and have all elements of pendentive dome adequately. New measurements confirm that both monuments have true spherical-triangle pendentive. Especially, it is clarified that pendentive dome of Nuweijis is mostly perfect hemisphere.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学 建築史・意匠

キーワード：ローマ建築、ドーム、ペンデンティブ、石造、中近東

1. 研究背景と目的

ペンデンティブ・ドームの発生は、これまでビザンツ時代とする意見がある一方、さらに遡ってローマ時代とする意見もあり、未だにはっきりとした定説がない。Creswellは、切石の迫り石 (cut stone voussoir) で作られた球面三角形ペンデンティブ・ドームの実例が、古代シリアにあることをはじめて指摘した。このことはビザンツ時代よりも前から、幾何学的な原理に沿ったペンデンティブ・ドームが知られていた可能性があることを示している。その後の研究によって、古代シリアには8つの実例が報告されており、それらの建設年代は紀元1世紀から6世紀にまたがっている。初期の実例では、ペンデンティブの曲率がドームの曲率とほぼ同じように見えるが、後期の実例ではそうでないと言われる。しかし、これらの実例に関する資料は乏しく、十分な検証が出来ない。そこで、これらの候補の中でもより古い、ヨルダン国内の3例について現地調査を行い、球面三角形ペンデンティブ・ドームの形状を調べた。さらに建設年代を検証し、ヨルダンに残る球面三角形ペンデンティブ・ドームがいつ頃まで遡りうるのかを検証した。

2. 研究の方法

第一次調査 (2010年度) では、アンマンのヌウェイジズについて、ノンリフレクティブのトータルステーションを用いた実測調査を行った。これによって、中央ドームを除くヌウェイジズの基礎資料を得た。第二次調査 (2011年度) では、最新の三次元レーザー測量機をヨルダンに持ち込み、アンマンのヌウェイジズを詳細に実測した。併せて、ジェラシュの西浴場、ペトラの浴場も実測を行った。これらの実測資料に基づいて、ペンデンティブ・ドームの形状を分析した。さらに第三次調査 (2012年度) では、アンマンにあるアメリカ研究所にて文献資料を収集し、類似する遺構との比較を行い、建設年代を推定した。

3. 研究成果

ペトラの地下浴場のドームは、朱色の砂岩の切石で作られており、3つの部屋の一つは、正方形の部屋の上に丸いドームを載せている。しかし、中央ドームを支える四辺は、半円形の壁で支えられているものの、迫り石で作られたアーチが存在しない。Rababehの断面図にあるように、これまで地下浴場のドームには、迫り石のアーチの上に中央ドームがあるとされてきたが、実際にはそのような構造は存在しなかった。また、ペトラの地下浴場が発掘された際には、このドームの一部と

東壁は完全に崩れていて、修復されていたことも文献によって確認された。またこの発掘時の写真から、ペンデンティブの石積みは、持ち送りではなく迫り石であることも確かめられた。ペトラの地下浴場のドームは、四辺のアーチを除けば、球面三角形ペンデンティブ・ドームとしての要素を備えており、ブレ・ペンデンティブの実例として位置づけられる。地下浴場の建設年代は、建築装飾の様式と考古学的資料により、紀元1世紀である。

アンマン近郊のヌウェイジズのドームは、ペンデンティブ・ドームの要素を全て兼ね備えており、四辺のアーチとそれらに挟まれたペンデンティブの上にドームがのる。ドームは迫り石を放射状に並べて作られており、頂部には花模様のあるキーストーンがある。レーザー測量による計測の結果、ドームに内接する球の半径は約4.04 m (標準偏差0.008 m)、ペンデンティブに内接する球の半径は約3.76 m (標準偏差が0.014 m)であった。したがってドームと球面三角形ペンデンティブは、かなり正確に半球として作られている。ドームがのる正方形の対角線長さの半分は平均3.77 mであるから、ペンデンティブは半球にかなり近いが、ドームは半球よりも少しだけ大きい。そのためドームの頂部は、想定される半球ドームの頂部よりもわずかに5 cmほど低くなっている。詳しくは不明だが、ドームの型枠を外した際、石材同士が自重で下がりドームが安定するまでに、頂部が下がったためではないだろうか。ヌウェイジズは考古学的資料に乏しく、建築装飾の様式分析によって、アンマンのローマ神殿 (後166年、碑文)、ジェラシュのアルテミス神域の西プロピロン (後150年、碑文)、バルバックのバカス神殿 (後2世紀後半、建築装飾) に類似することから、後2世紀半ばと推定される。

ジェラシュの西浴場も、幾何学的な原理に沿ったペンデンティブ・ドームの要素を全て兼ね備えており、四辺のアーチとそれらに挟まれたペンデンティブの上にドームがのる。ドームは迫り石を放射状に並べて作られており、頂部には一つの石で出来た天窓がある。レーザー測量による計測の結果、ドームの半径は約4.93 m (標準偏差0.028 m) で、ペンデンティブの半径は約5.79 m (標準偏差0.017 m)であった。したがって、ドームと球面三角形ペンデンティブは、かなり正確に半球として作られている。ドームがのる正方形の対角線長さの半分は平均5.19 mであるから、ドームは半球よりも小さく、ペンデンティブは半球よりも大きい。また、ドームの中心は半球の中心よりも約29 cm上にあり、

ドームの頂部は予想される半球よりも3センチ低くなっている。西浴場は、北テトラピロンから南側のカルドの道幅が拡張され、イオニア式オーダーからコリント式オーダーに建て替えられた時期（後2世紀半ば）よりも後の、後2世紀第3四半期と推定される。

このように、ペンデンティブ・ドームの幾何学的な原理を意識した実例が、この地域では2世紀に出現したことが確かめられた。これまで最初期の実例とされていたペトラの浴場（後1世紀）は、ペンデンティブ・ドームとしての要素を備えていないが、形状は極めて半球に近い。アンマン近郊のヌウェイジズ（後2世紀半ば）とジェラシュの西浴場（後2世紀第3四半期）は、切石の迫り石で作られており、ペンデンティブ・ドームとしての要素を全て備えている。また、これらのペンデンティブはかなり正確な球面として作られており、いわゆる球面三角形ペンデンティブである。とくに、ヌウェイジズのペンデンティブ・ドームは、全体が極めて半球に近い形をしている。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計5件）

1. R. Yoshitake, “Hellenistic Building Techniques of the Stoas of the Asklepieion at Messene,” Planning and Environmental Engineering, Architectural Institute of Japan, No. 685, 2013, pp. 693-703. [査読有]
2. R. Yoshitake, “Stylistic Analysis of the Architectural Ornamentation and Dating of the Scaenae Frons of the Theater at Ancient Messene,” Planning and Environmental Engineering, Architectural Institute of Japan, No. 684, 2013, pp. 485-495. [査読有]
3. R. Yoshitake, “Stylistic Analysis of the Architectural Ornamentation of the Stoas of The Asklepieion at Messene,” Planning and Environmental Engineering, Architectural Institute of Japan, No. 684, 2013, 497-507. [査読有]
4. 岩田千穂、吉武隆一、伊藤重剛「ギリシア古代都市メッセネにおける劇場のローマ時代舞台建物の復元試案」、日本建築学会計画系論文集、第678号、2012年、1967-1976頁。[査読有]
5. R. Yoshitake, “General Description of the Aqueduct Tunnel of Eupalinos in Ancient Samos,” Planning and Environmental Engineering, Architectural Institute of Japan, No.

673, March 2012, pp. 715-721. [査読有]

〔学会発表〕（計12件）

1. 吉武隆一「ヨルダンの初期ペンデンティブ」第19回ヘレニズム～イスラーム考古学研究、2012年7月8日、奈良県立橿原考古学研究所、173-188頁。
2. 大塚和樹、伊藤重剛、吉武隆一「地中海古代都市の研究(136) 古代都市メッセネにおける劇場の客席の復元に関する研究」日本建築学会九州支部研究報告、51号3、2012年3月4日、西日本工業大学、769-772頁。
3. 伊藤重剛、吉武隆一「地中海古代都市の研究(137)：フィガリアにおける城壁の実測調査2010-2011」日本建築学会九州支部研究報告、51号3、2012年3月4日、西日本工業大学、773-776頁。
4. 佐伯春奈、伊藤重剛、吉武隆一「地中海古代都市の研究(138)メッセネの旧ヴルカノ修道院の建築に関する研究」日本建築学会九州支部研究報告、51号3、2012年3月4日、西日本工業大学、777-780頁。
5. 吉武隆一「西アジア古代における石造ペンデンティブ・ドームに関する調査と研究(1)-アンマンのクセル・アン・ヌウェイジズ-」第18回ヘレニズム～イスラーム考古学研究、2011年7月3日、奈良県立橿原考古学研究所、188-195頁。
6. 中島亮介、吉武隆一、伊藤重剛「地中海古代都市の研究(132)：古代地中海および西アジアにおけるドームに関する研究」日本建築学会九州支部研究報告、2011年3月6日、鹿児島大学郡元キャンパス、633-636頁。
7. 吉武隆一、伊藤重剛、岩田千穂「地中海古代都市の研究(133)：メッセネにおける劇場調査報告2011(1)スカエナエ・フロンスの柱頭」、日本建築学会九州支部研究報告、第50号、2011年3月6日、鹿児島大学郡元キャンパス、637-640頁。
8. 岩田千穂、伊藤重剛、吉武隆一「地中海古代都市の研究(134)：メッセネにおける劇場調査報告2011(2)ローマ時代スケーネの復元試案」、日本建築学会九州支部研究報告、第50号、2011年3月6日、鹿児島大学郡元キャンパス、641-644頁。
9. 吉武隆一「地中海古代都市の研究(135)：ガダラーウム・カイスの列柱道路」、日本建築学会九州支部研究報告、第50号、2011年3月6日、鹿児島大学郡元キャンパス、645-648頁。
10. 吉武隆一「メッセネの劇場の調査と研究」メッセネ・フィガリア国際共同調査シンポジウム論文集、熊本大学ギリシア

古代建築調査団、2010年12月4日、京都リサーチパーク、28-37頁。

11. 勝又俊雄、吉武隆一「メッセネ劇場の発見の切石軌道の解釈について試論」第17回ヘレニズム～イスラーム考古学研究、2010年7月4日、金沢大学地域連携推進センター、93-99頁。
12. 吉武隆一、勝又俊雄「ギリシア古代都市メッセネにおける劇場の平面分析」第17回ヘレニズム～イスラーム考古学研究、2010年7月4日、金沢大学地域連携推進センター、100-105頁。

〔図書〕（計1件）

1. Y. Hayashida, R. Yoshitake and J. Ito, *Architectural Study of the Stoas of the Asklepieion at Ancient Messene*, Kyusyu University Press, Fukuoka, 2013, 266 pages.

〔その他〕

ホームページ

<http://www.kumamoto-u.ac.jp/organizations/sendou/research/ryuichi-yoshitake>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉武隆一 (YOSHITAKE RYUICHI)

熊本大学・大学院先端機構・特任助教

研究者番号：70407203