

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

9. 建築歴史・意匠-5. 西洋建築史

ドーム、ペンデンティブ、スキンチ

1. はじめに

ドームは、「半球状の円天井、円屋根、円蓋（建築大辞典）」であり、古代から現代に至るまで多くの建築物に用いられている。とりわけ、正方形平面の上に半球ドームを載せる際に、隅部をどのようにして納めるかという問題は、古代の建築技術者にとって困難な課題だったに違いない。これに対して建築的に回答が与えられたのは、古代末期に建てられたイスタンブールのハギア・ソフィア大聖堂のペンデンティブ・ドームであろう。

これまでの研究では、古代のドームの形式や材料の歴史を扱っているものはあるが、限られた地域や時代のドームだけを取り上げている。早い時期にドームに注目し、古代アッシリアやエジプトからビザンチン時代までのドームを調べたのは、クレスウェル¹⁾であるが、その後の新しい資料が不足しており、網羅的とは言いがたい。スミス²⁾は、建築材料に注目した研究を行っているが、ドームの形式の変化にはあまりふれていない。近年では、岡田保良氏が西アジアを中心にドームの総合的な調査を行っている³⁾。しかし、古代地中海および西アジアにおいて、どのようなドームが残っているかは、これまで十分に調べられていなかった。そこで本研究では、ドーム全般について文献から資料を集め、ドームの形式ごとに分類して、比較検討を行った。

2. ドームの分類

文献資料で確認できた地中海および西アジアのドームは、全部で75点であった。これらを、ドームの特徴によって5つに分類した(図1)。

(1) 円錐型 円錐型のドーム。多くの場合切石やレンガなどを少しずつ部屋内部に迫り出しながら積み上げることでドームを形成していることが多い。

(2) 半球型 壁または柱で円形の平面を作り、その上に半球ドームを載せているもの。

(3) スキンチ型 上部を支えるために、方形の空間の隅の部分にスキンチを伴ったドーム。(4) 多角形型 八角形またはそれ以上の多角形の平面の上に、ドームを載せたもの。

(5) ペンデンティブ型 ペンデンティブ、すなわち正方形の空間の四隅にドームの出発点として作られた球面三角形を伴ったドーム。スキンチとペンデンティブは似ているが、ここでは、四隅に小さな梁をかけるなどして上部を支えているものをスキンチ型、なめらかな球面三角形によって支えられているものを、ペンデンティブ型とした。

上に挙げた5つの例に当てはめられないと考えた特殊なドーム形式や、文献資料不足ではっきりとした形がわからないものは不明・その他の形とした。それらのデータは、以降の分析からは除いている。

3. ドームの分析

3-1 ドーム形式

分類した古代ドームの形式ごとの数を数えると、図2のような結果になった。これによると、あるひとつの形式だけが偏って多いのではないことがわかる。その中でも多く見つかったのは、半球型、スキンチ型、

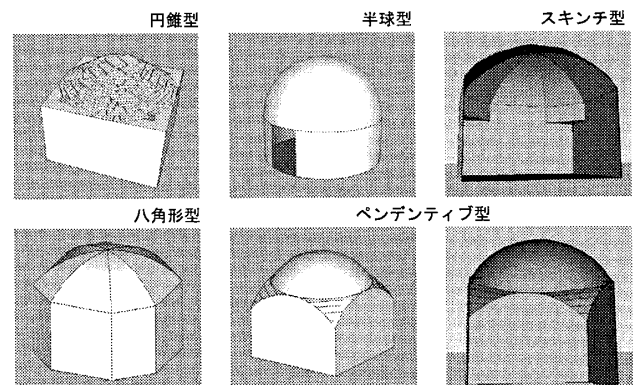


図1 分類したドームの概形

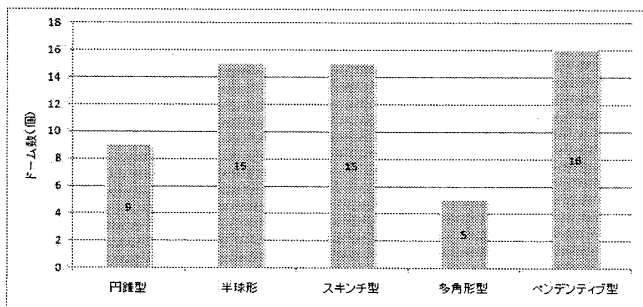


図2 ドーム形式ごとの数

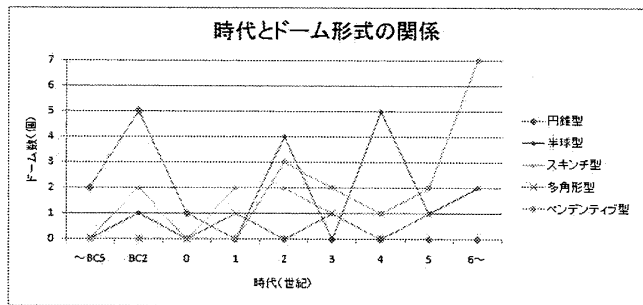


図3 時代とドーム形式の関係

ペンデンティブ型である。一方、円錐型と八角形型がやや少ない結果となった。さらに、時代と地域を情報に加えて、さらに比較した。

3-2 時代とドーム形式の関係

時代とドーム形式の関係をまとめると図3のようになった。古い時代ではサンプル数が少ないため、紀元前5世紀以前と、紀元前5世紀から紀元前後までの2つの時代に分けている。それ以降は1世紀ずつ6世紀までを表している。

図3からは、紀元前では円錐型が多いことが分かる。これらの円錐型ドームは、石を積み重ねただけの、きれいな球状とは言えないようなものがほとんどであった。紀元後1、2世紀にはスキンチ型が多く見られ、これらは石梁を四角い部屋の四隅上部に渡し平面を八角形としたうえで、円ではなくほぼ八角形の平面上にドームを載せたものである。さらに、ハウランのウム・アル・ザイトゥーン（シリア）では、八角形の隅に更に梁を架けて、十六角形にすることで、平面をより円に近づけている（図4）。紀元後3、4世紀には半球型とペンデンティブ型が多く見られる。その後、ペンデンティブ型のドームが急激に増えるわけではなく、ペンデンティブ型ドームが多く使われ始めたのは6世紀に入ってからのことである。したがって紀元後6世紀までは、半球型を筆頭に八角形型、スキンチ型およびペンデンティブ型が満遍なくドーム技術と

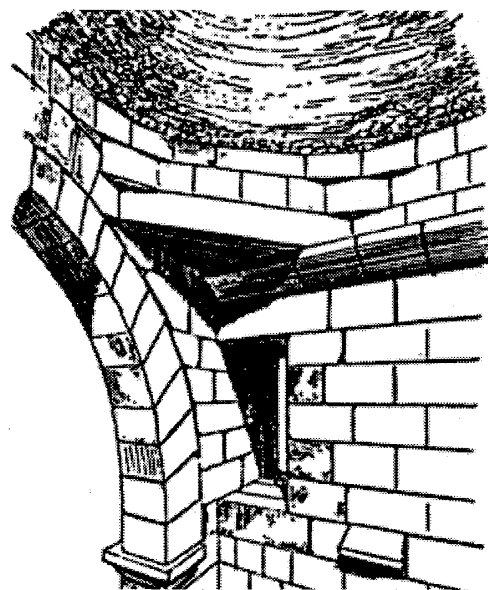


図4 ウム・アル・ザイトゥーン（シリア）

表1 ドームと地域の関係

地域	ドーム形式				
	円錐型	半球型	スキンチ型	多角形型	ペンデンティブ型
南ヨーロッパ	6	8	2	4	4
中東・西アジア	2	6	12	0	11
北アフリカ	1	1	1	1	0

して広まっていた。それに対して、切り石を積み重ねるだけの円錐型のドームは姿を消してしまっていることが分かる。

3-3 地域とドーム形式の関係

地域とドーム形式の関係を見るために、まず各国にいくつのドームがあるのか整理した。さらに、それらの国をヨーロッパ、中東、北アフリカという3つの地域に分けて、ドーム数とその形式の割合を求めた（表1）。また、ドーム形式ごとに地図上にドームが存在した位置に印をつけその分布を調べた（図5）。

<ヨーロッパ>

最もドームの数が多いイタリアを見てみると、半球型ドームが8個と一番多く、それに続き円錐型、八角形型が見られる。おそらく、イタリアではドームと平面の形を合わせることで、隅部の納まりの問題をさける方法を選んだか、スキンチやペンデンティブの技術があまり発達しなかったのであろう。紀元後5世紀頃には、イタリアでもペンデンティブ型が見られることから、中東から技術が伝わってきたのではないかと推測される。ギリシアにおいてはドーム数はあまり多くなく、わずかに円錐型やペンデンティブ型のドームが

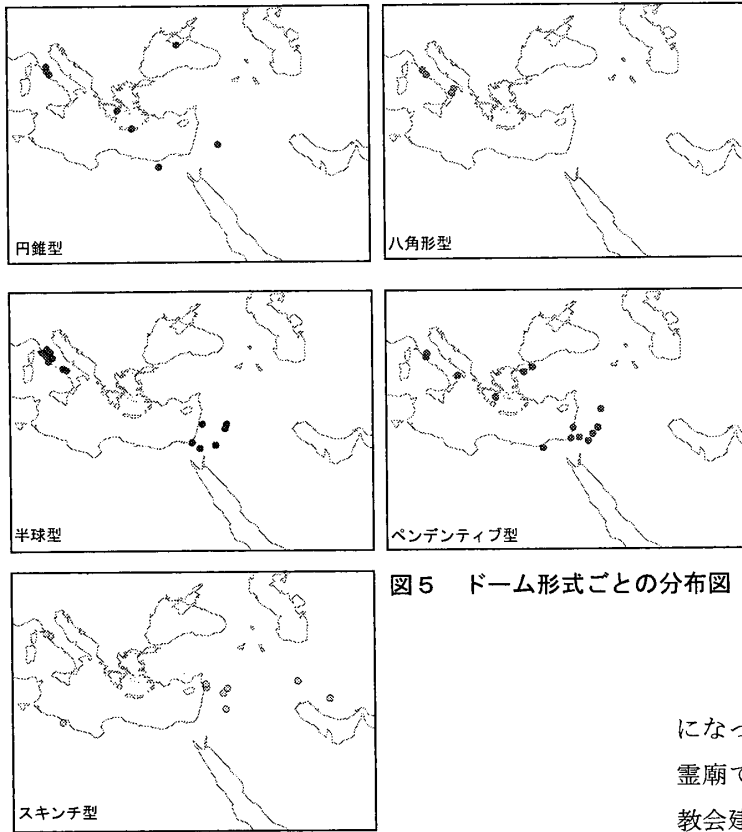


図5 ドーム形式ごとの分布図

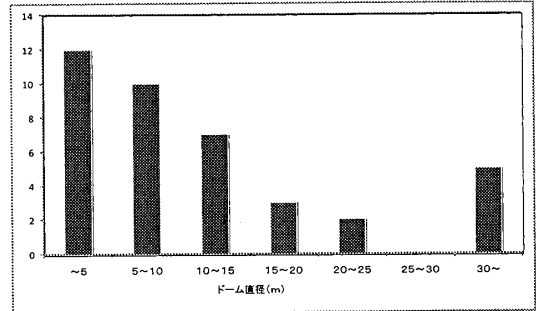


図7 ドーム規模 (スパン)

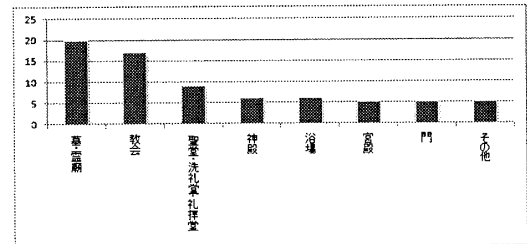


図8 ドームのある建物の用途

見られる。

<中東>

古い時代には、ヨーロッパのドーム形式と比べると円錐型の数は少なく、スキンチ型のドームがよくみられた。先述のように、隅部に石梁をかけ平面を十六角形にしているものが見られた。こうした技術が、後の中近東で紀元後2、3世紀にみられる、スキンチやペンデンティブなどの技術に繋がったのではないかと推測できる。

<北アフリカ>

北アフリカではあまり多くの例が確認できなかったために、目立った傾向は見られない。

3-4. 直径と用途

次に、古代ドームの規模やその用途も調べてみた(図6、7)。ドームの直径においては、小さいドームの数が多くことがわかる。やはりドームには技術だけでなく材料や人手も必要であり、ドームのスパンを大きくすることは特に苦勞を強いられたのではないと思われる。また、最も直径の大きなドームは、ローマのパンテオンであり、同様に他の大規模なドームも半球型が多いことが分かった。

また、ドームがある建物の用途を見ると図8のよう

になった。古代ドームの用途として最も多いのは墓・霊廟で、特に地下墓が目立っていた。次の多いのは、教会建築としてドーム屋根が多く使われていた。しかしこれは、ドームがメインの建築というよりも、建築の一部にドームがあるといえるようなものが多い。

4. ペンデンティブ型に至る過程

ドームは紀元前には、円錐型に見られるような、切石を迫り出すように広い地域で積み上げて建てられた。それらの古代ドームは共通して、平面が丸いものや、小規模なものに限られていた。それは、ドームを完成させる技術の難解さを深く理解していなかったからだろう。紀元前にも、スキンチの技術はわずかながら存在していた。

しかし、スキンチがより広く使われるようになったのは紀元後のことである。地中海周辺では、四角い部屋の四隅に梁を掛ける建物が多く現れ始める。この技術は、後に登場するペンデンティブ型の重要な技術の基礎になったと考えられる。

初期のペンデンティブ型は主に2世紀、中近東が中心となっている。この時期、部屋とドームの隙間を、球面三角形によりその空間を埋める手段が生まれる。ペンデンティブ型のドームが生まれてくる。ヌウェイジス(ヨルダン)がペンデンティブを実現した最初期のドーム例のひとつと考えられる。同じ時期に、シリアでは、ジェラシュの西浴場(ヨルダン)、サマリア

の異教徒墓（パレスチナ）などのペンデンティブ型ドームが存在する（図8）。

ペンデンティブの技術は各地に広まり、より完成されたドームの主流となった。この幾何学的な技術によって大規模なドームを広い空間に架けることに成功し、ひとつの難題であった大空間の演出を見事に実現させた。また、ドーム内に装飾や窓を施すことで今までとは違う、革新的で新しい空間を生み出すこともできた。このような高度な技術は、6世紀以降に現れた。ハギア・ソフィアにおいては、

これまでのドーム技術の集大成とも言える大規模なペンデンティブ・ドームを完成させるに至った。

5. まとめ

以上の分析から、以下のことが明らかになった。ヨーロッパでは半球型と八角形型が主流で、中東ではスキンチ型、ペンデンティブ型が主流のドーム形式であることが分かった。大型のドームには半球型のドームが多いことも判明した。また、クレスウェルも一部指摘したとおり、初期のペンデンティブ型は中東、特に東地中海に近い中近東で重要な例が見られることが、本研究でも改めてその重要性が明らかになった。切石を積み上げて綺麗なドームへと仕上げる技術は、ヘレニズムやそれ以前から経験と技術が背景にあると考えられる。初期のペンデンティブ技術がどのように発展して、アギア・ソフィアのドームに至るかについては、これを明らかにする事例は以外に少なく、今後の課題となった。

謝辞

この研究は、平成22年度の日本学術振興会科学研究費補助金「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」（若手研究(B) 課題番号 22760490) の助成を得た。ここに謝意を表す。

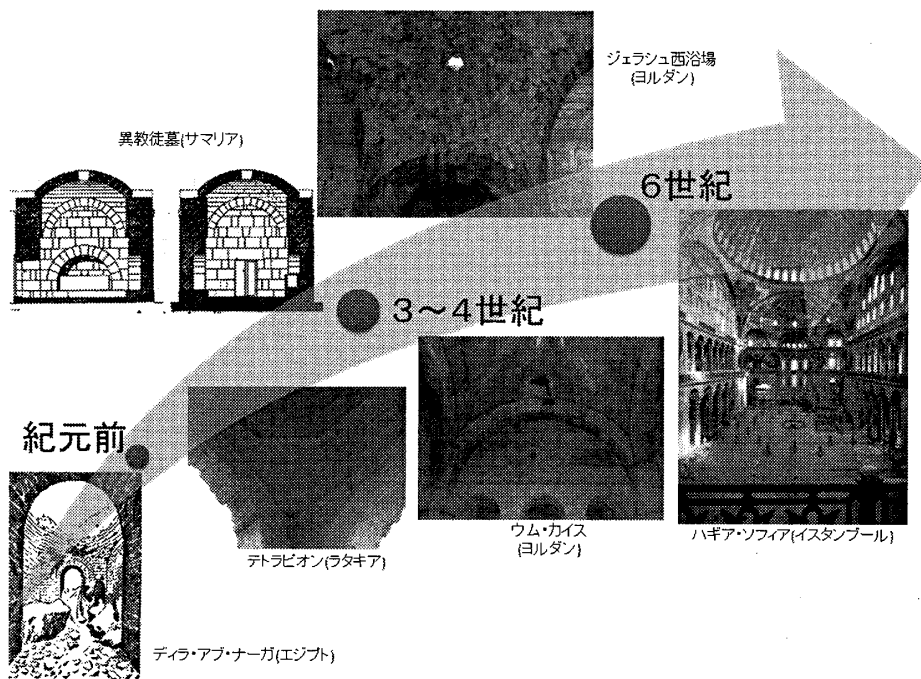


図8 ペンデンティブの発展

註

- 1) Creswell, K. A. C., *Early Muslim Architecture*, vol.1 part two, Oxford, 1969, pp. 450-470.
- 2) Smith, E. B., *The Dome, a study in the history of ideas*, Princeton, 1971.
- 3) 岡田保良「西アジア古代後期のヴォールト組織について・その1」『日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)』、社会法人日本建築学会、2007年、125-126頁。「続・ガダラのドームカル・ヴォールト」『第13回、ヘレニズム～イスラーム考古学研究』、2006、99-102頁。「ガダラのドームカル・ヴォールト」『第12回、ヘレニズム～イスラーム考古学研究』、2005、60-61頁、他。

参考文献

- Creswell, K. A. C., *Early Muslim Architecture* vol.1 part two, Oxford, 1969.
 Smith, E. B., *The Dome, a study in the history of ideas*, Princeton, 1971.
 Mango, C., *Byzantine Architecture*, New York, 1976.
 Jones, M. W., *Principles of Roman Architecture*, New Haven and London, 2000.
 Millon, H. A., *Key Monuments of the History of Architecture*, New York, 1964.
 Krautheimer, R., *Early Christian and Byzantine Architecture*, Great Britain, 1965.
 Lawrence, A. W., *Greek Architecture*, London, 1957.
 Fletcher, B., *A History of Architecture on the Comparative Method*, London, 1975.
 Sear, F., *Roman Architecture*, London, 1982.

図版出展

- 図4: Creswell, K. A. C., *Early Muslim Architecture* vol.1 part two, Oxford, 1969, p. 454, Fig. 499.
 図9: Creswell, K. A. C., *Early Muslim Architecture*, vol.1 part two, Oxford, 1969, Fig.492, 521; Millon, H. A., *Key Monuments of the History of Architecture*, New York, 1964, p. 140.

* 1 熊本大学工学部建築学科学部生

* 2 熊本大学大学院先端機構 特任助教 博士(工学)

* 3 熊本大学自然科学研究科教授 工博

* 1 Under Graduate Student, School of Architecture, Kumamoto University

* 2 Assist. Prof. Dr. Eng., Kumamoto University

* 3 Prof. Dr. Kumamoto University