

歴史景観保存地区の光環境の定量的調査プロジェクト

代表：理工学部・教授 本間 陸朗

研究メンバー：稲川 陽菜、刑部 もあな、吉田 有佑、GUO Jianghao、TIAN Jinrui、伊藤 由偉、
下村 朋世、松井 舜、宮原 陸生、道澤 真依、大神 柚姫

1. はじめに

本研究は、京都市の光環境デザインの特徴を明確化し、これの維持に努めることを目的とするものである。今年度は、昨年度に引続き、この大局的な目的に向かう前提で、そもそもの光環境デザインの様式的な特徴を示すものの具体化を探ってきた。昨年に引続き重ねて述べるが、「維持するためには維持されるべきものを明確化する必要がある」との考えに基づく。

建築においては、その様式の変遷について多くの学術的な研究成果が報告されており、例えば、広島大学の杉本名誉教授は、建築様式は装飾重視と機能重視の思想が 120 年周期で変遷してきたと説いている¹⁾。

昨年は、この 120 年周期の様式の変遷が、単に隆盛と衰退が繰り返しではなく、世相を反映しつつも、相互理解のもとに積重ねられたスパイラルのようなものと考えられるとのことを述べたが、今年は、そもそもの様式の変遷が生じる理由を考えてみた。

結論は、やはり様々な意味での概念の変化に帰着する、と考える。つまり、建築は複雑な概念の集積ともいえる包括的なものである、様々な概念が複雑に関連し合っていると思うのであるが、それらの複雑な概念の調和した結果が装飾重視なのか、機能重視なのかに大別されるのではないだろうか。そして、光環境はその建築を構成する概念の一つであると考えられるので、建築という視点に立つと入子状態となるが、光環境も様々な概念の集積と見なすことができるので、この概念の一部が変化することによって光環境そのものの様式が変化してきたと見なすことができるはずである。

以降に、その概念の変化を中心とした、具体的な光環境の様式の変遷について述べる。

2. 象徴としての光

昨年、人類にとっての永遠に尽きることのない無量光であった太陽は地球上のあらゆるものに恩恵を与える神の象徴であったとのことから、特に宗教建築においては「象徴的な光の情景」が大切に扱われてきたとの解釈を述べ、これを裏付けるものとして図 1 に示す、マドリードのプラド美術館に所蔵されているアラ・フランジェリコの受胎告知にて直射光を思わせる光線が書かれている様子²⁾や、図 2 に示すように、窓開口が小さいロマネスク様式の建築において窓から差し込む直射日光の情景が象徴的な印象を伴って確認できたことを述べた。

今年は、さらにこれを裏付けるものとしてのいくつかの得られた知見を述べる。

まず、聖書には実に多くの「光」という言葉が見出されるという。例えば、光は神による最初の創造物であると同時に、神は「近づきたい光の中に住み」「光を衣のようにまとう」存在であり、さらに神の「輝きは光のようで、その光は彼の手からほとばしる」ものであり、イエスについても「光としてこの世に来た」とされ、「全ての人を照らすまことの光」であったとのことでもある³⁾。



図1 アラ・フランジェリコの受胎告知
(イロハニアート²⁾より)



図2 直接光による光の象徴化
(著者撮影)

また、後述するサン・ドニ大聖堂について、かつて1137年から1147年頃まで付属聖堂の改修工事を指揮した Suger 修道院長は新プラトン主義の影響を受けているとの解釈を、Panofsky は述べているとのことである⁴⁾ (近年、C. Marchias や P. Kidson によって否定されているとのこと)。そして、そもそも新プラトン主義とは、平凡社の世界大百科事典によると、万物は一者から流出したものであるとの流出説を唱えるものであるが、人間は「光を自分のものとしたときに救いが得られる」ならびに「魂は照明により光の世界へ登り、かつ変容して光の魂となる」とするものとして光と神の一致を説き、さらには、人間は美（芸術）の世界を学ぶことによって神と世界と我々を繋ぐサイクルに参加することができるとも説いているとのことである。よって、光の美を神と捉え、これを愛でることで神に近づくとしているので、新プラトン主義が根本的な欧州の神学と美学とを繋ぐ概念だとすると、光が宗教建築においては如何に大切に扱われてきたかが理解でき、さらに、その建築に入射する昼光の中でも直射日光は高照度であるので室内の直射日光の照射面は明瞭で、かつ、他の部分との輝度対比も強く、意図の具現化のツールとして有効だったと推察できるのであるが、いかがであろうか。

なお、図3に示すようにドイツのウルム大聖堂には、ウルム出身のアインシュタインが説いた相対性理論を説明する式である $E = mc^2$ が描かれたステンドグラスが確認できる。ここで示されている光は「美」の象徴ではなく物理的な「性能」としての光速を示すものであるが、人類が超越できないものとしての光への憧憬の意味も込められたものとして $E = mc^2$ が大聖堂のステンドグラスに描かれているのだとすると、様々な意味で、興味深い解釈もできそうである。



図3 ウルムの大聖堂に描かれた
 $E = mc^2$ (著者撮影)

3. 光環境計画の様式の変遷

昨年は、石積みゆえに、構造的に大きな窓開口が取りにくいロマネスク様式の建築において、薄暗い室内に小さな窓開口から入射する印象的な直射日光の情景を、神の存在を示すものとして重要視したことが定着し、以降の建築様式にも継承されていったとの解釈を述べた。そして、その、いわば「常識」をコルビュジェや丹下健三がモダニズム期にて打破したような拡散光のみによる教会建築が設計されたと解釈できるとのことも述べた。

今年は、さらにロマネスク以前の古代ローマ、初期キリスト教様式やビザンチン様式、そしてロマネスク以降のゴシック様式に対しても調査を重ねた。さらには、ロマネスク様式に対しては、昨年調査を行った南フランスにおけるシトー派の修道院跡の調査に加えて欧州に点在するいくつかの大聖堂にも調査の対象を広げた。

調査の結果、結論として、以下を得た。

- ① 図4に示すように、古代ローマ、初期キリスト教様式では直射光の情景が見られ、次世代のビザンチン様式では拡散光を中心とした空間創りが進められ、さらに次世代のロマネスク様式から再び直射光の情景が見られるようになった
- ② ゴシック期に入ると様々なスタイルの直射光の情景が見られる
- ③ ゴシック期の後半からは、概念の変化に伴って光に対するニーズにも変化が見られ、モダニズム期には人工照明登場の影響もあり、さらに空間に光を使うことに対する概念も大きく変化している

以下に、この詳細を述べる。

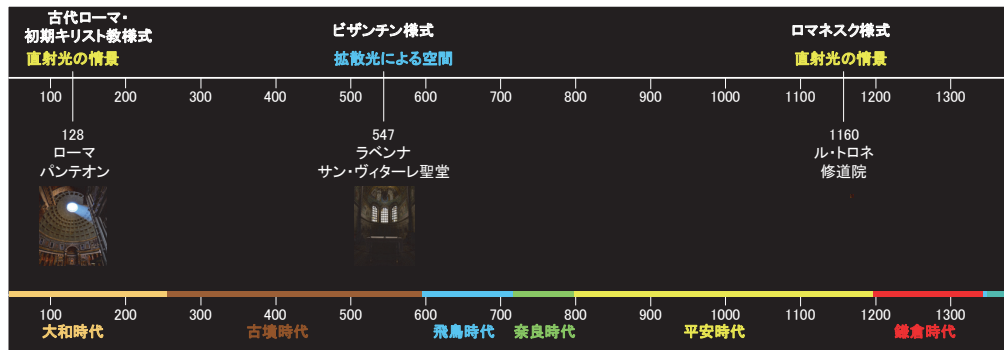


図4 古典様式からロマネスク様式までの光の扱い方の変遷

4. 古代ローマ・初期キリスト教様式における光の情景

4-1 概要

まず、様式の分類を示す言葉の定義として、「古代ローマ・初期キリスト様式」というものは正確な表現では無さそうである。ここでは、分類上、ビザンチン様式以前の古代ローマ建築とローマに点在する初期キリスト教建築を総称する意味で様式と分類して調査結果を述べることにした。なお、ここで言及している「古代ローマ・初期キリスト様式」とは、起源100年からビザンチン様式が混在する450年頃までのローマに建設された建築物としており、今回は図5に示すような2件の調査結果を述べる。

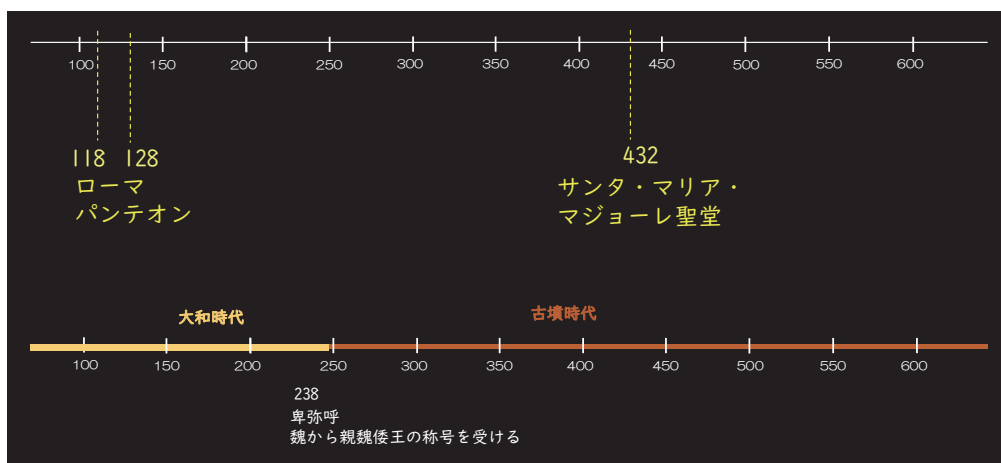


図5 「古代ローマ・初期キリスト様式」の調査結果として挙げる建築

4-2 ローマのパンテオン

「パンテオン」という言葉はギリシャ語に由来し、「すべての神々の」という意味で、「神殿」という名詞を暗示している⁵⁾。すなわち、欧州文化の形成においてキリスト教の影響は甚大であったことは否定しようがないが、一神教であるキリスト教に対してパンテオンは多神教の神殿であったということになる。すなわち、パンテオンが計画された時点での文化的背景は、後のキリスト教の影響を受けたヨーロッパの文化とは異質のものであったに違いない。したがって、図1や図2に示す、直射日光と唯一絶対の神の恩恵を重ね合わせて象徴化した光の造形という推察は、少なくともパンテオンには当てはまらないと考えるべきであろう。

しかし、パンテオンには図6に示すような直射日光の情景が厳然として存在していた。そして、この直射日光の情景はドームの中央の開口から入射する直射日光により形成されるものであるが、この直射日光が創り出す楕円形の情景は、年、月、時間によって位置が変化するのは当然であるが、ローマの誕生とされる4月21日の正午には入口のポータルに完全に中心を成し、この瞬間に神殿の敷居をまたいだ皇帝が光に包まれる⁵⁾、すなわち、ローマの誕生の日のセレモニーでパンテオンを訪れた皇帝がスポットライトを浴びるように計画されていたということ

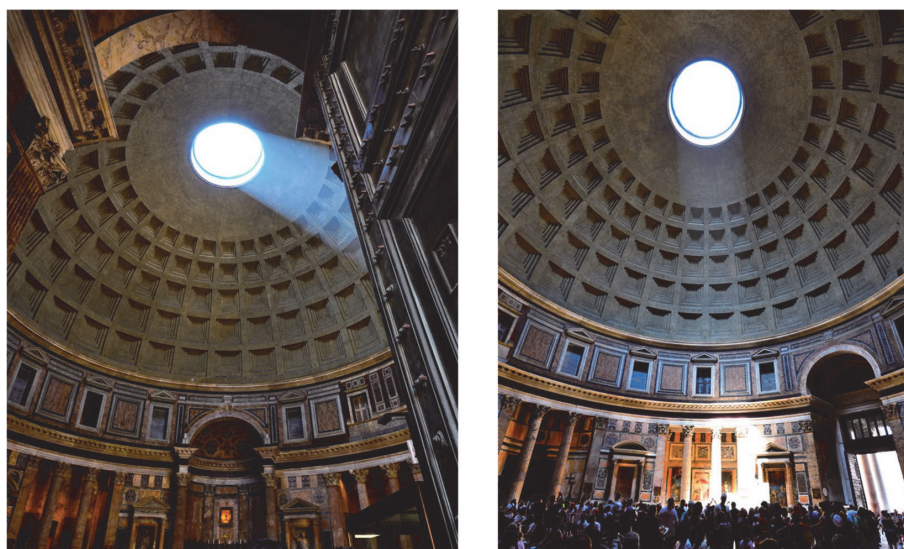


図6 パンテオンにおける直射日光の情景

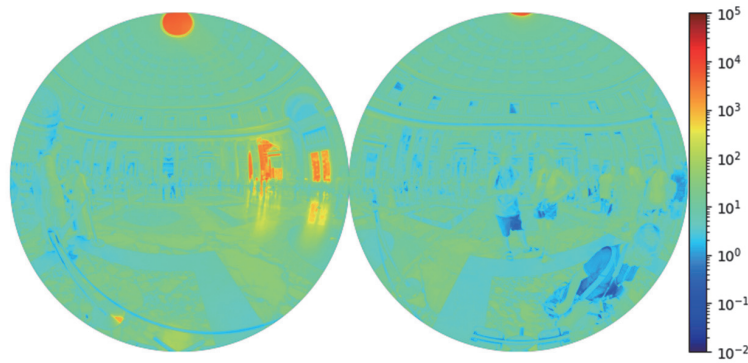


図7 パンテオンにおける輝度画像

になる。つまり、キリスト教としての唯一絶対神を象徴化する教会勢力の権威を示すものではなく、ローマ帝国の皇帝の権威を象徴化するツールとして光が使用されていたという解釈となろう。

図7に、パンテオンにて撮影した 360deg 画像をもとにした輝度画像を示す。撮影した 2024 年 8 月 1 日 11:40 は快晴であった。この輝度画像から直射日光が照射された部分は数千 $[\text{cd}/\text{m}^2]$ の輝度を示し、そうではない部分の数十 $[\text{cd}/\text{m}^2]$ の輝度と比較して、100 倍程度であるので、通常、人間が明暗を判別できるとする 1.5 倍の比率よりも十分に高く、明確な直射日光の入射による情景が確認できていることが定量的に示されている。

なお、施設内の床面での色彩照度計による計測の様子と、得られた分光分布を図8、図9に示す。床面での照度は 308 $[\text{lx}]$ であったが、分光分布の様子より、ほぼ昼光のみでこの照度を得られている様子が確認できる。すなわち、直射日光は高輝度の部分に照射されているが天空光のみにより 300 $[\text{lx}]$ 程度が得られているドームの開口面積を有しているという建築計画になる。シミュレーションツールなどが無い時代に、いかにしてこの絶妙な照度のバランスが設計できたのか。模型で試行錯誤していたとも考えられるが、この綿密な計画を成し遂げた設計者の思慮深さに深く敬服の念を抱く。

なお、このドームの開口はオラクルと名付けられており、古代、中世においてはドームの内部は火鉢で照らされ、キリスト教時代には、さまざまな脇の祭壇に多数のろうそくが置かれていたとのことで、雨天時においてもオラクルへの上昇気流によりドーム内部には雨が入りにくかったとの記述がある。そして、ガラスなどの遮蔽物が無いオラクルにおいて、床面にわずか



図8 分光照度系による計測の様子

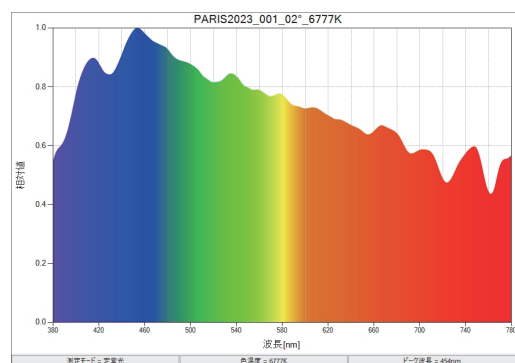


図9 分光分布データ

な凹みと 22 ヶ所の排水溝により雨水処理をする計画とのことである⁵⁾ので、計画当初から上昇気流による雨の吹込み削減が考慮されていた可能性もある。つまり神の象徴といった情景の演出よりも、パンテオンは様々に科学的な分析の結果に計画され、そのうえでの直射日光の入射が見られるとの結果になっているのである。

4-3 サンタマリア・マジョーレ聖堂

352 年の 8 月に、当時の教皇リベリウスとローマ市長であったイオアネスが聖母マリアからの受けたお告げをもとに建設を進めたという伝説がある⁶⁾。なお、お告げに際し聖母マリアは、建設すべき場所には雪が降ることも予告し、実際に、夏にも関わらず雪が降り、その吹き溜まりが聖堂の形になっていたとの伝説もあるようである。

その後、432 年～440 年の間に内部の大規模なモザイク画が施され、外観、内部共に改築が多いとの記述⁷⁾もある。

ここから、下記の予測ができる。

- ・この聖堂は初期キリスト教様式で 300 年代の後半に建設され、建設された当時にはモザイク画は無かった。
- ・5 世紀に施されたモザイク画が存続していることが特筆すべきこと、との記述があるので⁷⁾、少なくともその後の大規模な躯体関連の改修は無かった。よって、現代において確認できる窓開口の位置などは建設当時のままである。

初期キリスト教様式の教会においては、採光用の板ガラスの生産が普及していなかったため、教会内部への採光・通風の調節のためには石板が使用され、石板に開けられた小穴には薄くカットした半透明の石板が用いられるか、何も嵌め込まれずに解放されたままだった⁸⁾との記述がある。よって、図 10 に示すような窓位置から、開けられた開口が開放されたままであれば、



図 10 サンタマリア・マジョーレ聖堂内観（著者撮影）

窓から直射日光が入射する様子が予想できる。

図 11 に示したサンタマリア・マジョーレ聖堂の輝度画像と、図 7 のパンテオンの輝度画像を比較することにより、サンタマリア・マジョーレ聖堂はパンテオンよりもかなり暗いことが確認できる。現代においては人工照明で補完しているが、古代ローマ時代においてはモザイク画を内部に装飾していても、十分に視認できなかったのではないだろうか。モザイク画を施した目的は、聖書のラテン語以外の記述を認めなかったカトリック教会⁹⁾ における聖書の内容のヴィジュアル化であったことは明白である。しかし、この輝度の状況ではヴィジュアル装置を視認するための十分な照度が得られてなかったとの予想もできる。一方で、光沢のある金色を中心としたモザイクタイルを用いることで低照度においてもより高い反射光が得られたため、おぼろげながらも描かれている絵の様子が視認でき、その臙気なところが抽象化を促し、むしろ聖書の記述内容を神秘的に伝承することにつながったのかもしれない。つまり、聖書の記述内容をヴィジュアル化することの更に背景にあるローマ教会の権威を示す目的は、十分に達成可能だったと考えられる。

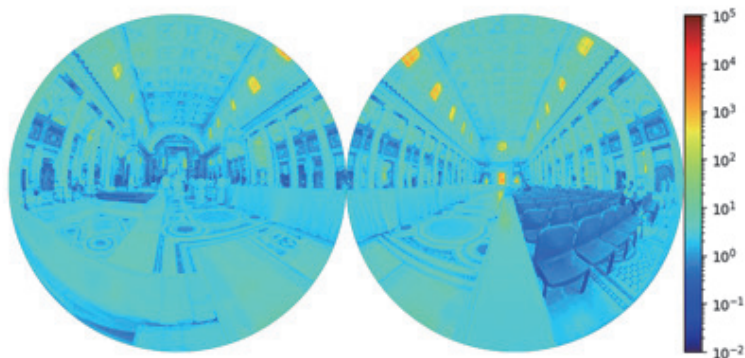


図 11 サンタマリア・マジョーレ聖堂における輝度画像

5. ビザンチン様式

5-1 概要

4 世紀初めにコンスタンティヌス 1 世により現在のイスタンブールにローマの都が移され、このコンスタンチノーブルと改名された都市はキリスト教化された文化の中心地となり、古代ローマ帝国の文化を採り入れながら発展した。このローマ帝国の首都を中心として発展した建築様式がビザンチン様式と称されるものである。

また、ノヴァ・ローマとしてこの都に遷都されると同時に、コンスタンティヌス 1 世がキリスト教の反対勢力を抑えることにより、ローマにおいて最終的にキリスト教が公認されたとのことである。よって、この当時のキリスト教は皇帝によって厚く保護されていたと考えられることから、光によって神の象徴の表現や皇帝の神格化を示す必要性がさほど無かったのではないだろうか。さらに、図 12 に示すようなビザンチン様式の教会や聖堂におけるモザイク画は、聖書の内容などを表現した宣伝であり、布教活動のものであると考えることができるので、教会や聖堂の光環境もそれに合致したものとして、窓から強い直射日光を入射させることなく、モザイク画と窓面の輝度対比を抑えてモザイク画が適切に視認できるように配慮した計画が求められていたはずである。そのニーズに応えているかのように、現地での確認では、窓面には



図12 ラベンナ サン・ヴィターレ聖堂内アプシスのモザイク画（著者撮影）

ガラスではなく拡散性の高いアラバスタがはめ込まれていたため、空間内が拡散光で満ちていたためモザイク画の鑑賞には適していた。すなわち現代風に述べると、視環境に配慮した計画がなされていたということになる。

今回は、図13に示す4件について、建物ごとの光環境の調査内容の詳細を示す。

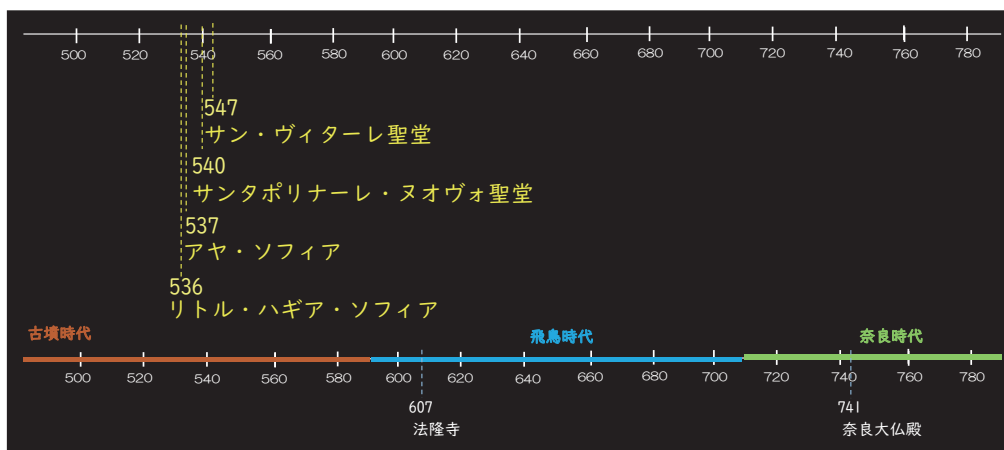


図13 ビザンチン様式の調査結果として挙げる建築

5-2 リトル・ハギア・ソフィア

イスタンブールのファティ中心部の南部に位置する小さなモスクである。教会として建設されたが、現在はモスクとして改修されている。内部では礼拝用と思われるがカーペット敷きになっており、また、図14に示すようにイスラム文化の特徴的な人工照明も吊下げられており、キリスト教の教会として使用されていた当時を偲ぶのは容易ではない。ドーム天井に配された窓も含めて全ての窓には拡散系のガラスが使用されている。もちろんこのガラスは完成当時のものではないと思えるが、図15に示す輝度画像から人工照明の影響が無い状態を推察すると、現在のイスラム文化の特徴的な幾何学模様は施された内装ではなく、モザイク画やフレスコ画

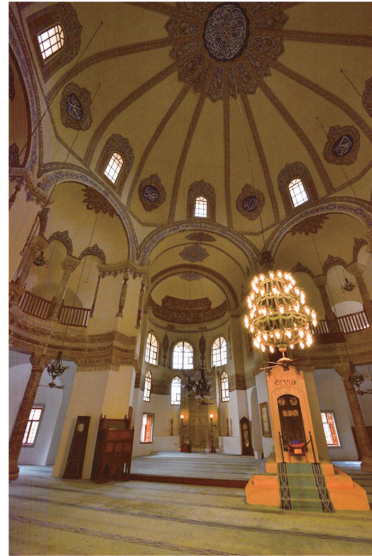


図 14 リトル・ハギア・ソフィアの内観（著者撮影）

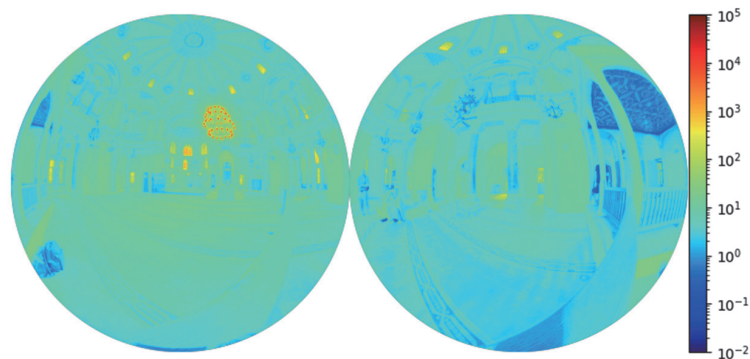


図 15 リトル・ハギア・ソフィアの輝度画像

で聖書の内容が記載されていたとしても、十分にそれを視認できる照度が得られていたことが確認できる。なお、調査に向かったのは 7 月末の 16:00 過ぎであり、まだ、日が高く天候は快晴であった。

5-3 アヤ・ソフィア

537 年にユスティアヌス帝が献堂したとされる教会建築だったが、1453 年にコンスタンチノーブルがオスマントルコ勢力に征服され、都市名も現在のイスタンブールとなって以降はモスクに改修されている⁸⁾。なお、観光サイトによると、近年においても、1935 年に博物館として公開され、1985 年にユネスコ世界遺産に指定されたが、2020 年からは再びモスクとなったとのことで¹⁰⁾、私が調査に出かけた際にも、1 階の礼拝堂にはイスラム教信者以外は立ち入ることができず、図 16 に示すように 2 階から中の様子を伺うだけが許されていた。

かつてはキリスト教の教会であったがために、現在は消されているものも多いが、モザイク画や壁画があった様子が確認できる。

また、ローマ建築とは比較にならないほどの高さとボリュームを有していた⁸⁾ のことから、ビザンチンの地を支配したローマ帝国が思想的な中心に据えたキリスト教とその布教に対しての思い入れの強さが伺える。また、巨大な建造物ゆえに、窓の位置が屋内礼拝堂のドームに面

しておらず回廊などを介して設置されているので、時間帯によっては直射日光が入射することもあったとは思えるが、その情景が大切にされていたとは思えない。むしろ、様々な位置から回廊を介して礼拝堂ドームに到達する拡散光で空間全体の明るさ感が向上し、仮に直射日光が入射したとしても、さほど印象的な情景とはならないのではないかとも思える。

そして、礼拝堂でコーランを読むことから巨大なドームの天井から吊下げられた人工照明器具が、キリスト教の教会には無い雰囲気を醸し出している。



図 16 アヤ・ソフィア 内観（著者撮影）

5-4 サンタポリナーレ・ヌオヴォ聖堂

イタリアのラヴェンナにあるこの聖堂は、6 世紀前半にゴート族のテオドリクス王により建てられキリスト教に奉じられ、その後 561 年にアグネリス司教により正式にカトリック教会に捧げられた¹¹⁾ のこと。

図 17 に示すように、かつてはモザイク画があまりに美しかったために信者がミサ中に気を取られてしまうので、グレゴリオ・マーニョ法皇はモザイク画を煙ですすげさせようとしたほどであったとのことであるが、この、法皇自らが布教のための広告物を目立たなくしようとしたとの逸話から、キリスト教が安定的に人々に信仰されていることが予想できる。すなわち、室内に直線的に入射する直射日光の情景をことさら強調して神の存在を示す必要はなく、キリスト教へ奉じた心意気を美術品で示すことのほうが優先されていたということになろうか。

礼拝堂に面している窓にはガラスではなくアラバスタがはめ込まれている。よって、室内に入射する昼光は拡散光となる。柔らかい拡散光で内部のモザイクが照射されるだけでなく、アラバスタにより直射日光を直視することも無くなるので、窓面の輝度も光が照射されたモザイク画との間で激しい輝度対比を示すこともなく、安定的に美術品のようなモザイク画の鑑賞ができたことであろう。

図 18、図 19 に、床面に色彩照度計を置いて計測している様子と、そこで得られた分光分布データを示す。この分光分布データから、青にピークを有する LED の特徴がみられないので、ほ



図 17 サンタポリナーレ・ヌオヴォ聖堂 内観（著者撮影）



図 18 分光照度系による計測の様子

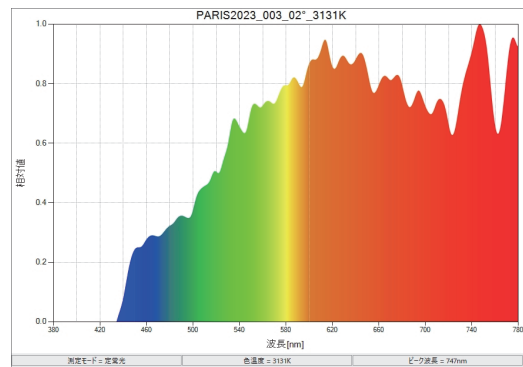


図 19 分光分布データ



図 20 アラバスタ透過光計測の様子

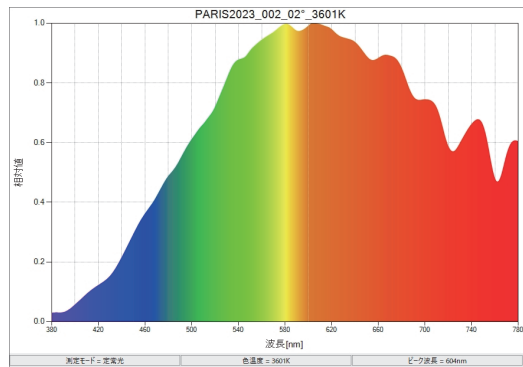


図 21 アラバスタ透過光の分光分布データ

ば昼光で照度が得られていることが確認できる。また、分光分布からは紫から青の可視光成分が少なく、赤の成分が多いことが確認できる。これは図 20 のようにアラバスタに分光照度計を近づけて得た図 21 に示す分光分が示すように、そもそものアラバスタを透過する昼光は青成分が少ないこと、すなわちアラバスタが赤みを帯びた物質であることと、空間を構成する建材の分光反射光が青の成分が少ないこと、すなわち赤みを帯びた石材を中心に構成されていることと考えられる。なお、

図 18 に示す床面での計測照度は 38.0 [lx] であった。礼拝堂としては高めの照度であるが、照度以上に明るく感じたのは拡散光であるためであろう。

図 22 に輝度画像を示す。図 7 のパンテオンの輝度画像と比較すると、やはり大胆に直射日光を採光しているパンテオンよりも、室内がかなり暗いことが確認できる。

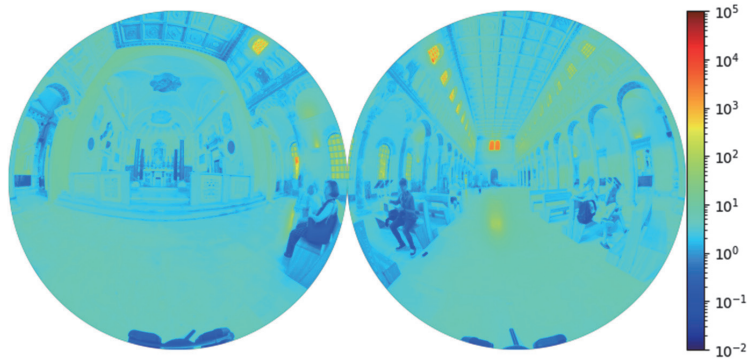


図 22 サンタポリナーレ・ヌオヴォ聖堂の輝度画像

5-5 サン・ヴィターレ聖堂

こちらでもイタリアのラヴェンナに、銀行家ユリアヌス・アルゲンドリウスからの寄付金をもとに建設された教会で、5-2 にて述べたリトル・ハギア・ソフィアを手本とし、柱や柱頭はコンスタンチノーブルから入手した⁶⁾ という。前述のサンタポリナーレ・ヌオヴォ聖堂と同様に、窓ガラスにはアラバスタがはめ込まれていて、室内空間は拡散光に満ちていた。図 23 に内観の様子を示すが、光源が輝いている様子は、窓からの直射日光ではなく近年になって設置されたであろう人工照明器具である。

実は、私はイタリアのラヴェンナにて、前述のサンタポリナーレ・ヌオヴォ聖堂よりも先にこちらのサン・ヴィターレ聖堂を調査に行ったのであるが、館内に入った瞬間に明らかにそれまで欧州で調査してきた教会や聖堂とは雰囲気が違うことに気付き、そして、その理由が、窓か



図 23 サン・ヴィターレ聖堂 内観（著者撮影）

らの拡散光の影響であることを理解するのにさほど時間がかからなかった。サン・ヴィターレ聖堂は正八角形の平面計画なので、空間の中央に立つと多数の窓までの距離がほぼ等しくなる。そもそも一神教であるキリスト教においては、遠い存在である神の象徴として長い身廊や高い塔が計画されてきた⁹⁾とされるなかで、均等寸法の礼拝堂空間に佇むのが初めてのことである、さらに八方に配された等距離の窓からの拡散光が空間内に注がれるのであるが、窓が等距離であるためか、よりいっそうの柔らかい雰囲気が醸し出され、これまで見てきた、厳しさや遠い神の存在を思わせるような雰囲気はなく、モザイク画に描かれている人物も優しい表情に見えた。

図 24 に示すように床面に色彩照度計を置き、分光分布を計測した。結果を図 25 に示すが、こちらでも分光分布より紫から青の可視光成分が少なく、赤の成分が多いことが確認できる。理由はサンタポリナーレ・ヌオヴォ聖堂と同様に、アラバスタと内装の石材が赤みを帯びた材料であるためであろう。なお、床面での計測照度は 22.6 [lx] であった。



図 24 分光照度系による計測の様子

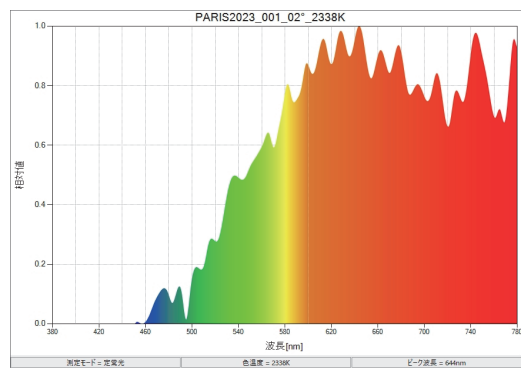


図 25 分光分布データ



図 26 サン・ヴィターレ聖堂の輝度画像

図 26 にサン・ヴィターレ聖堂の輝度画像を示すが、窓面の輝度が 200 ～ 300 [cd/m²] 程度であることが確認できる。グレアは相対的な対比により大きく計算されてしまうが、現代のオフィス空間などでは 200 ～ 300 [cd/m²] 程度ならばグレア源になることは滅多に無い。現地視察においても、窓面がまぶしかったという印象は無かったので、適切な光環境だと言える。現代の光環境を計画するにあたって、このアラバスタ程度の透過率を有する拡散性のあるガラスを窓に使用するアイデアも十分に考えられる。

6. ロマネスク様式

6-1 概要

ヨーロッパの文化はロマネスク様式の時代から始まったと説かれている¹²⁾。476年のローマ帝国の滅亡後、ヨーロッパは内乱や異民族の侵入で文化や経済が大混乱だったとのことであるが、起源1000年の最後の審判時に世界が減びるという至福千年説があったにもかかわらず世界が減びなかったことや、気候が温暖化に向かったことで農業に好影響が生じて食料面での心配がなくなったこともあり、教会建設ブームが起きたとのことである¹³⁾。

この建設ブーム時に建設された教会は、木造天井と木造屋根で構成されていた初期キリスト教様式とは異なり、古代ローマ建築を模した石材の加工法によるクロスボルトの石造り天井を再生している。しかし、石積の工法が未発達であったため窓開口は大きく取れず、昼光頼りの室内は薄暗い空間となるのが常だった。

図27にロマネスク様式の主な聖堂を示す。このうち、ヴェズレイのサント・マドレーヌ大聖堂はルドゥーによる修復設計で有名であるが、昨年も述べた通り、内陣がゴシック様式、身廊がロマネスク様式という形で修復されており、ロマネスク様式の身廊が内陣に比較して明らかに暗いことから、両者の特徴が明確化された例としても話題に上る。このように、ロマネスク様式は空間内が暗く、また昼光頼りの照度でもあったことからとも推定できると考えるのであるが、その暗い空間に入射する昼光を貴重なもの、すなわち、神格化して崇めていた可能性が高い。

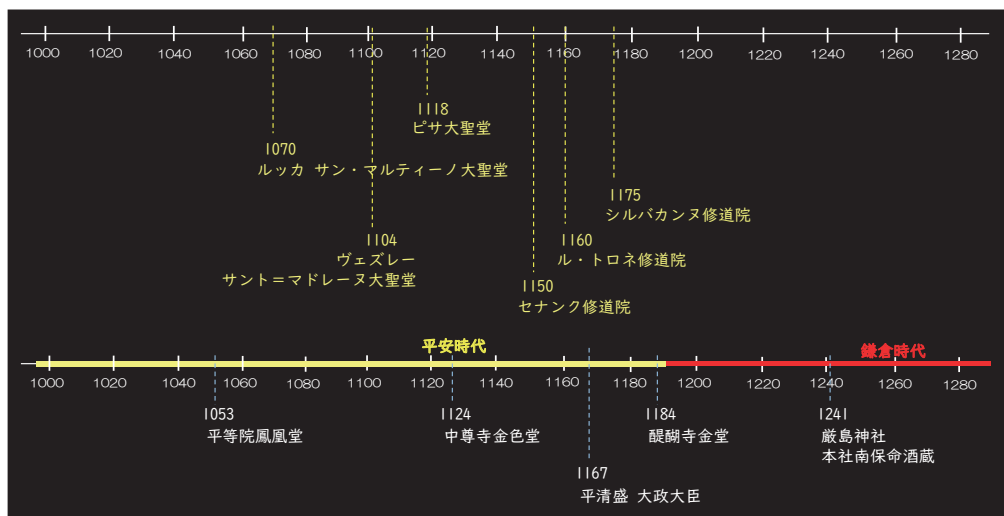


図27 ロマネスク様式の主な聖堂

6-2 ロマネスク プロバンスの三姉妹

Wikipediaでは学術分野では三姉妹という言い方はしないと記されているが、フランスのプロバンス地方にほぼ同時期に建設されたル・トロネ修道院、セナンク修道院、シルバカンヌ修道院の3つのロマネスク様式の修道院は、プロバンスの三姉妹と称されている。

図28にル・トロネ修道院の内観を示すが、昨年も述べたように、直接光が暗い室内に入射している様子が確認できる。この情景こそが神を象徴するものとして大切にされてきたのではないかと推察しているものである。図29に、ル・トロネ修道院の輝度画像を示すが、直射日



図 28 ル・トロネ修道院の直射日光による光の象徴化

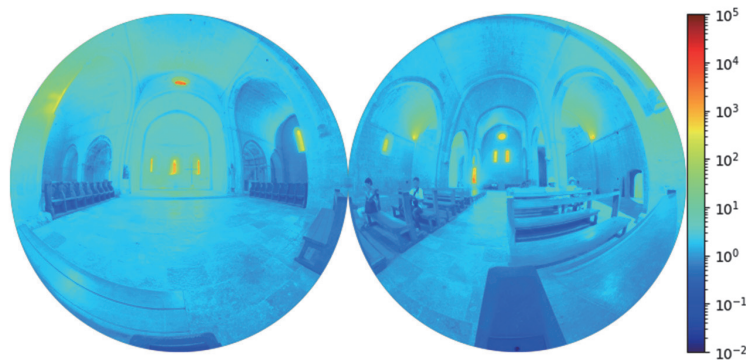


図 29 ル・トロネ修道院の内部輝度画像

光が照射された部分の輝度は、概ね周辺の 100 倍以上となっており、JIS Z9110 が示す人が明暗を判断可能とされる 1.5 倍をはるかに上回っていることから、直射日光の採光を狙う意図で計画するだけの効果は十分に得られている。さらに、この直射日光が照射された部分の輝度は、図 26 に示したサン・ヴィターレ聖堂の窓面輝度と同等となっていることから、直射日光による視覚効果は明確である。

なお、プロバンスの三姉妹はすべて修道院である。そもそもヨーロッパの社会情勢が安定したとされる 11 世紀の教会建設ブームにおける教会堂は多くの場合、聖人殉教の地に聖人の生前の記憶を留めるために建てられた殉教者記念聖堂であり、そうした施設において使徒の行いを模して私物を捨てて心をつにして共同生活を行う場が修道院である¹⁴⁾とのことである。よって、修道院においては布教のための広報を空間内に行う必要はなく、むしろ修道士たちの厳しい生活における心の拠り所となるものが必須であったことは想像に難くない。そして、その心の拠り所が神であったことは当然なのであるが、その神を象徴するものとして直射日光の情景を大切にしたいとするのが筆者の推理である。

また、図 30 に示すように、セナンク修道院は内部に巨大な工事用仮設照明のような光源が据え付けられていて、直射日光の情景を大切にしていたとこのことのエビデンスには成り得るものではなかったが、セナンク修道院の建物を説明する現地ガイドブックには、神は光と闇を創造し、その神が創造した光を示す装置として L'EMBRASEMENT (エブラスマン：円錐状の窓)

を説明している。エブラスマンにより、室内への直射日光の入射確率が増すことは昨年の報告書で述べた通りである。



図 30 セナンク修道院内部のリアルアピランス画像^{注1)}

6-3 ルッカ サンマルティーノ大聖堂

1070 年に第 156 代のローマ教皇であるアレクサンドル 2 世によって献堂され、13 世紀初頭に建築家のガイデッド・ダ・コモによりファサードの改修がなされた¹⁶⁾ とのことである。

図 31 に内観を示すが、ロマネスクの窓開口が大きく取れないという特徴が、室内の暗さに現れている。しかしこれは、身廊を構成する列柱の外側の窓に透過率の低いステンドグラスがはめ込まれていることも、この暗さに影響していると考えられる。このステンドグラスを透過して室内に至る直射日光は図 32 に示すように、更に情緒的に見える。

しかし、このステンドグラスは 13 世紀初頭のファサードの改修時に対応されたものと推定される。その理由は、後述するゴシック様式時代に建てられたパリ近郊のサン・ドニ大聖堂に



図 31 ルッカ サンマルティーノ大聖堂 内観（著者撮影）



図 32 ステンドグラスを透過して室内に至る直射日光の情景（著者撮影）

て、ステンドグラスによる採光を斬新なものとして評価されていたとの記述があるためである。すなわち、光に色を付けて室内の情景をさらに印象深いものにするという取り組みは、後のゴシック様式の時代に初めて登場したと考えられる。

また、ヨーロッパの文化はロマネスクから始まった¹²⁾との記述があることは前述したが、その基盤となっているものはギリシャ文化であり、そのギリシャ文化は「眼」の文化、すなわち世界を冷静に見て考察する天文学や幾何学がそれを代表するものだった¹⁷⁾とのことである。また、キリスト教文化の母胎であるヘブライ思想は神の言葉に耳を傾ける「耳」の文化だという。そして中世の前半は「触覚の時代」だと宣言されてきた¹²⁾とのことでもある。聖なるものにわれとわがからだで触れることが魂の救いになると信じられていたらしい。

2024 年の夏に、私はイスタンブールからローマに渡りイタリアを北上して宗教建築の調査を行ったが、トルコもイタリアも日本同様に酷暑であった。特に近年の温暖化のためか、冷房施設のない古い教会での調査は身の危険さえ感じた。しかし、石造りの教会は石の熱容量が大きいいためか、屋内の床や柱は触るといささかひんやりと感じた。少なくとも、風通しの悪い畳や板敷きの床よりはマシに感じた。また、イスタンブールは野良犬が多かったが、彼らは酷暑の中、日陰で石造りの建物の床に可能な限り身体の接地面積を広げようとしているかのようで、日本に居る犬では見たことのないようなスタイルで寝そべっていた。この、一見、だらしく見えるスタイルこそが彼らの身を守る術なのであろう。

しかし一方で、冬期の石造りの教会は身体の内芯から冷えるという。想像するだけで、私にとっては酷暑のほうがマシだと思えるのだが、この極寒において暖房設備も整っていない修道院で過ごす修道士たちの苦痛は、現代に生きる我々には耐えられるようなものではないであろう。日本においては「家のつくりようは夏を旨とすべし」とされているが、それも建材の熱容量が小さいためではないかと考える。このように、風通し良くすることで過ごしやすくなり冬期は底冷え防止が可能である木造建築に比して、石造は、夏は身体の接地面積を増すことで凌げても、冬は如何ともしがたかったのではないだろうか。短命で、35 歳前後で亡くなる修道士が

多かったとのことからも、その厳しさが伺える。しかし、修道士はあくまでも禁欲的であり、防寒すら拒み、仮にそれが遠因となって死を迎えたとしてもそれを殉教と解釈して「神に到達した」と喜ぶ境地にすら至っていたとのことであり、特にシトー会派の修道士たちは外套のマントも放棄していた¹⁸⁾との記述もある。

そんな厳寒期において、暗い修道院に差し込む一筋の直射日光ほど暖かく、ありがたいものはなかったのではないだろうか。つまり、日頃、窓から差し込む直射日光を見て神の存在を「眼」で感じ、互いに神について語り合い、お互いの言葉に「耳」を傾け、そして直射日光の暖かさに「触れ」、この自然の恵みを心底ありがたいと感じたのではないだろうか。直射日光による暖かさは神からの恩恵ということで、すべてを捨て去った修道士たちも、遠慮なくありがたみを享受していたのであろう。

これが間違えていない解釈だとすると、私には、ロマネスク期の修道士たちが、その大切な昼光の透過率を低下させ、暖房効果を捨て去ってまで、「眼」の文化、すなわち視覚的な効果だけを狙ってステンドグラスを採用するとは思えないのである。

6-4 ピサ大聖堂

大聖堂の建設作業には多くの芸術家と建築家が携わっており、12世紀に建築家であったライナルドが工事を引き継ぎ、身廊を拡張し西正面の装飾を完成させた¹⁶⁾とのこと。この個性的なファサードが現在の外観を整えたとのことであるので、建築躯体、すなわち窓の開口位置や大きさも、当時に計画された姿が現存しているということになるのであろう。

図33に内観を示すが、高窓から直射日光が空間内に差し込んでいる様子が確認できる。しかし、アプスにはモザイク画が施され、天井はロマネスク様式に多いアーチ天井ではなく、あえて直線的なラントーを用いて古代風に演出されているとのこと。さらには身廊の花崗岩の列柱はパレルモのモスクから略奪したものとの言い伝えがあり、柱頭の多くは古代コリント様式を模したもので、二色の石材を交互に並べる側廊のアーチはモスクを思わせる、とのことで、



図33 ピサのドゥオモの内観（著者撮影）

内部空間は様式的な統一感を欠き建築家は諸要素の統合に失敗している¹⁶⁾、との評価もある。

しかし、アプスのモザイク画は14世紀のもので、当時の熟練のチームで対応した⁷⁾とのことであるので、建設当時の建築家の力量不足が形になったわけではなさそうである。もしかしたら前述のデザイン的に統一感がないとの指摘も、後日に付け足された結果を評してのもので、建設当時は清貧を旨としたシトー会を代表とするフランスのロマネスク様式と似たようなスタイルだったのかもしれない。

いずれにしても、現状の多様なデザイン空間においてでは、直射日光の情景が現れたとしても、そのありがたさが心に響くようなものではなかった。時の流れとともに、直射日光の情景に対する価値観も変化してきた結果の、現在の姿と考えられるのかもしれない。つまり、建設当初の工夫により直射日光の入射はあるものの、近年においては、それは灯りを取るための窓開口から空間内に至っている現象の一つに過ぎなく、特に、それを有り難がっていたわけではないという解釈になる。

7. ゴシック様式

7-1 概要

ゴシック様式は前時代のロマネスク様式と比較すると、フライング・バットレス、尖頭アーチと呼ばれる建物構造技術の発達により、身廊の天井をそれまでの建築より高くすると共に、窓開口の拡大を実現し、室内を明るくし、ステンドグラスによる装飾技術も発達したことが特徴である。また、ゴシック様式は古代文化の流れを汲む円柱やアーチをモチーフとして、建物構造の発達によって可能となったキリスト教神秘主義的上昇感を組み合わせたある種の恍惚の古典主義ともされている⁸⁾。いずれにしても、光環境に大きな影響を及ぼすゴシック様式の特徴は、その構造技術の発展から生じる大きな窓開口であろう。

窓開口の大きさは、そのまま空間内の明るさの向上につながるはずなのであるが、逆に、あえて明るさを抑えるという概念も発展してきたように伺える。つまり、わずかな光を欲し、得られた光を神の恩恵に例えるかの如く有り難がっていた時代から、ある程度、潤沢に光が得られたことにより、それを取得制御して神からの恩恵があることをより強調して見せようとする新たなデザインの概念が生じた時代であったという解釈である。例えば、そのようなデザインがなされた結果として、『ゴシックの建築を読み解く鍵は「光」と「力」にある』との解釈³⁾が述べられていたり、また、ドイツの美術史家であるハンス・ヤンツェンが『ゴシックの空間は、名状しがたいほどの神秘性を帯びた暗い赤紫色の光に浸されている。光は一つの光源からくるのではない。その輝きは自然界の天候により変動し、時に静まり、時に弱まる。そして時には、ほの暗い色彩を想像もできないほど鮮やかさで燃え立たせる』と描写した³⁾とのことでも述べられているのであるが、これらは神そのものを称えるものというよりは、空間デザインを称えるものと解釈できるものであるので、後年の解釈においても、明らかにロマネスク期とは異なったものとなっている。

さらに、聖書には、「光は最初の神による創造物である」イエス自身も「光と共にこの世に來た」「すべての人を照らすまことの光」と、希少であるからこそ神秘的で神々しかった光が、潤沢になったがゆえに、その質に拘る概念が出現した時代がゴシック期だとの解釈もできる。

そして、この光に対する概念も、キリスト教そのものに対する考え方や制度の変化によって、

徐々に変化を見せ続けたのもゴシック期の特徴のように思える。以下に、図 34 に示す聖堂を中心に、ゴシック期の光環境についての調査結果と雑感を述べる。

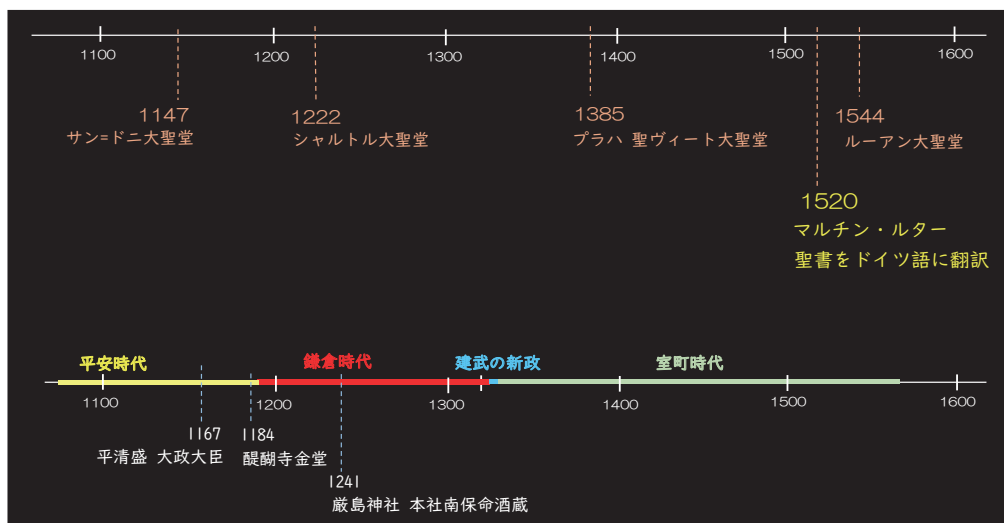


図 34 ゴシック様式の主な聖堂

7-2 サン・ドニ大聖堂

中世の盛期にフランスの守護聖人である聖ディオニシウスの墓の訴求力が低下していたため、再びキリスト教への注目度を高めようと考えた Suger 修道院長が 1130 年に新たな聖堂の建設を進め、自らも計画立案に加わった⁶⁾という。1144 年に内陣が献堂され、その 1440 年がゴシック誕生の年とされているとのことでもあるので、まさにゴシックを象徴する聖堂である。しかし、Suger が創った教会堂は現存していなく、現在のものは 13 世紀に改修されたもの¹⁹⁾とのことでもある。

図 35 に内観写真を示す。有彩色ガラスを用いたステンドグラスによる直射日光の入射状況がわかりやすくなるよう正距円筒投射の 360° 画像にて示すが、まさに「映え」の空間である。

この有彩色光の元となっているステンドグラスは、古代ローマ時代の技法である吹きガラスを用いて円筒状のものを作り、それを平面に伸ばして、できあがったガラスのパーツを断面が

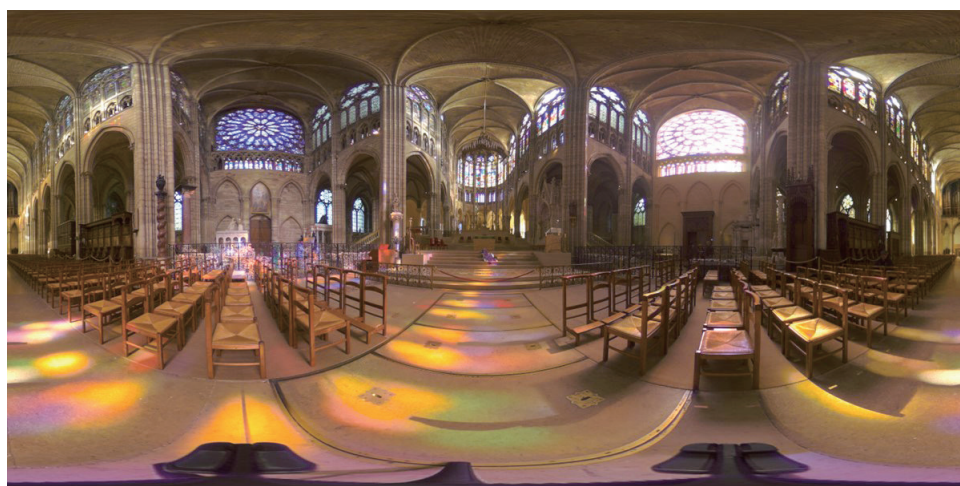


図 35 サン・ドニ聖堂の内観（360° 画像 著者撮影）

H 型の鉛線でつないで製造していた⁷⁾とのことである。また、中世のヨーロッパでは、かつてのローマガラスにおいてはガラス製造上の重要な鍵となっていたエジプトの天然ソーダが入手困難となってしまったため、ワラビ、ブナ、その他の森林植物を燃やして採取した灰（カリ）を用いて代用していたが、不純物や金属酸化物の含有量で発色する色が変わるようなばらつきが多いものだった²⁰⁾とのことでもある。よって、Suger は自らの姿を大聖堂のステンドグラスに描かせたとのことであるが、施工者にはたいへんな負担だったと想像できる。ロマネスク期からゴシック期に時代が変わり、聖堂の主役も清貧を旨とする修道士から、美術を愛する権力者へと変わってきた様子が窺い知れる。

視環境の印象は対比による影響大きい。すなわち、ステンドグラスによる有彩色光で空間を印象付けるにおいて、より、その印象度を高めようとするのであれば落ち着いた印象の明るさ感の低い空間であったほうが効果的なのは、光環境デザインの基本である。ゴシック期に、教会権力を誇示するなどの何らかの新たな概念が生じた結果、空間を美しく彩るという概念も育まれたように感じるのであるが、いかがであろうか。

これを裏付けるものとして、以下のような記述がある。ロマネスク期までヨーロッパ文化は見えて、聞いて、触れて、発展してきたと説かれていることは前述の通りである。そして 13 世紀になるとヴィジュアル重視傾向が再燃したということである。そもそもステンドグラスはラテン語以外の記述を認めなかったカトリック教会において、乃至は、文盲の信者のために、壁画と同様に聖書の内容を広報するためのもの³⁾と説かれているが、聖書の内容を知見として得るためのヴィジュアル重視だけでなく、聖遺物と美術との合体が進み、さらには信仰と恋愛を重ね合わせたロマンチックな概念も育まれた³⁾という。また、トマス・アキナスは聖堂における美術の存在意義を、視覚的なもののアピール力と、イメージに対する崇敬は聖なる存在そのものに到達するためと説いている³⁾とのことでもある。

7-3 シャルトル大聖堂

1222 年に献堂されたシャルトル大聖堂も、旅行者向けの情報では、ステンドグラスが見事であるとの評価であった。確かに、図 36 に内観を示すように、内陣のステンドグラスは青く神秘的で美しかった。しかし、身廊の上方の窓は無彩色のガラスに置き換えられており、旅行者向けのサイトでの絶賛を期待して出かけた旅行者にとっては、いささか拍子抜けとなるのではないだろうか。



内陣のステンドグラス



身廊上部の窓

図 36 シャルトル大聖堂の内観（著者撮影）

なお、これはシャルトル大聖堂のことではなくアミアン大聖堂のことなのではあるが、明るくすることを求めてステンドグラスを透明ガラスに交換されている²¹⁾、との記述がある。この文献の筆者は、ステンドグラスの無い空間に佇み、寒々とした雰囲気を感じたとも記している。私も、シャルトル大聖堂では様々な夢幻的なステンドグラスの造形を調査できるものと思って出かけたためか、寒々とは感じなかったが、厳かな雰囲気に心が鎮まる思いだった。膝まずいて祈りを捧げる熱心な信者が多かったせいもあるかもしれない。

7-4 プラハ 聖ヴィート大聖堂

1385年に献堂されたが完成は19世紀になってからとのことなので、何度か改修が行われたと想定される。現在の内観を図37に示すが、壮大かつ厳かな空間であることは理解できるのであるが、それを味わうには観光客が多すぎるといった状況であった。同じく図37に身廊上部の窓の写真を示すが、こちらでもステンドグラスを聖書の内容を示すディスプレイ装置としての利用は不十分に見える。不十分というより、全く利用されていない。やはり、改修工事を重ねるなかで、ディスプレイ装置としての利用が不要となる大きな概念の転換が生じたと解釈すべきなのであろうか。



身廊から内陣を望む



身廊上部の窓

図37 プラハ 聖ヴィート大聖堂の内観（著者撮影）

7-5 ルーアン大聖堂

ルーアン大聖堂は1544年に献堂された。

図38にルーアン大聖堂の内観を示す。こちらでも身廊上部の窓はステンドグラスではなく無彩色ガラスがはめ込まれている。



身廊から内陣を望む



身廊上部の窓

図38 ルーアン大聖堂の内観（著者撮影）

これまで述べてきたいくつかの聖堂の 360 度カメラによる全ピクセルの平均輝度を先に述べたヴェズレイ、ロマネスク三姉妹の平均輝度も含めて比較したものを図 39 に示す。

ここから極彩色に彩られたサン・ドニ大聖堂は、前述のようにヴェズレイの内陣と同等の平均輝度を示し、ゴシック期における大きな窓開口が確保できていることを示すかの如く、ロマネスク様式の聖堂よりも高い平均輝度を示しているが、以降の、ゴシック期の聖堂においては、平均輝度がロマネスク期の聖堂に近づいていることが確認できる。すなわち、フライングバットレスなどの採用による構造的な革命が生じて窓開口に制約がなくなったにもかかわらず、内部空間の明るさに直結しやすい輝度は依然としてロマネスク期のままのレベルを維持していたということが確認できる。

そして、マルチン・ルターによる宗教改革が 1520 年であり、この年を起点としてカトリック教会がラテン語以外の言語による聖書の記述を認めることにつながるので、聖堂内における採光の目的に、聖堂内で聖書を読むという人類史上初となる『視作業』という概念が加わったということになったと考えた。そう考えると、美への追求を大切にしていたゴシック様式の聖堂において、あえてステンドグラスを外して無彩色ガラスに交換したということも自然なこととなるのであろう。

そして、ガラスの交換により照度を得つつも空間内の平均輝度は神秘的なロマネスク時代と同等であるので、変わりなく聖堂としての雰囲気も維持できているという、現代においても照明デザインの高等テクニックだと評価できる情景が展開している。これは、身廊上部の窓のみ透過率の高い無彩色ガラスに交換し、下部は透過率の低いステンドグラスを存続して設置しているがために成しうる術と思えるが、これが試行錯誤の末に現在の姿に至っているのか、もしくは光環境デザインを熟知したデザイナーの成果なのか。

さらにゴシック様式の時代背景として、酒井は三圃制農法による農業革命も重要だと述べている²²⁾。すなわち、農業革命により都市へ移住した、元々は多神教であった森林信仰の農民の心の拠り所として教会建築が成立していたとのことなのである。これは、もともと多神教であった農民を一神教のキリスト教に、いわば染めるために、彼らが育った故郷の森林の木々を思わせる石柱を身廊に林立させて表現したということだそうである。森林を模した結果として、石柱によって窓採光部からの光が遮られた結果の身廊の輝度の低さとなる。

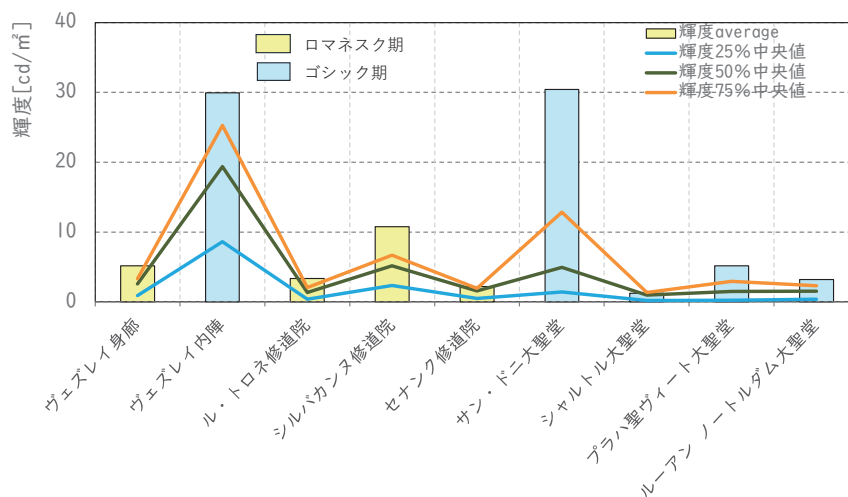


図 39 ロマネスク期とゴシック期の聖堂の平均輝度の比較

8. その後の様式の光環境

8-1 概要

昨年の報告にて、モダニズム期にコルビュジェや丹下健三によって、再び拡散光だけの前衛的とも思える聖堂が計画されたと考えられることを述べた。

今年は、さらにこれらの創作がなされた時代背景を考察した結果を述べたい。

8-2 人類史上初となる人工照明による照明デザイン

古来、人が建築空間内に光を得る手段は日光と直火であった。日光の活用についてはゴシック期に窓開口の拡大につながる構造技術の発達で、それまでのロマネスク期と比較して多くの採光を見込めるようになったためもあり、有彩色ガラスを活用したデザインの発達につながったとの推察は前述したとおりである。一方で、直火による人工照明においては、昼光照明における窓開口が拡大するといったような革命的な技術革新も発生せず、古代から中世までさして状況が変わらない状態が継続していたが、中世以降の修道院では養蜂に伴う蠟燭造りが発達してきたため、徐々に人工光源の進化も始まったようである。

このような背景のなか、17世紀のベルサイユ宮殿の鏡の間では、多数の蠟燭とガラス加工技術の発達によるプリリアントカットガラスを使用したシャンデリアを活用した、人類史上初の人工照明による照明デザインが行われたとされている²³⁾。図40に現代のベルサイユ宮殿の鏡の間の写真を示すが、当時と同じピッチでシャンデリアが吊られている。

では、なぜ、ベルサイユ宮殿にこのような照明デザインが展開されたのか、その理由を時代背景から推定してみた。

現代では滅多に使用されることのなくなった白熱電球であるが、わかりやすいので光束設定のための例として挙げるが、ソケットサイズがE26の一般的なナス球と呼ばれる電球では100Wタイプの光束は1,520 [lm]、80Wタイプの光束は810 [lm]である。よって、概ねこの中間である1,000 [lm]の光束を例として、簡単な計算を試みる。

現代の我々が、この1,000 [lm]の光を得るために、発光効率が100 [lm/W]のLEDを用いると、下記の計算により10 [W]の電力が必要であることがわかる。

$$1,000 \text{ [lm]} \div 100 \text{ [lm/W]} = 10 \text{ [W]} \quad (1)$$

この照明装置を1時間点灯させたときの電力料金は、電力のフラットレート^{注2)}を25 [円/kWh]と設定して、下記のように計算できる。

$$10 \text{ [W]} \times 25 \text{ [円/kWh]} = 0.25 \text{ 円} \quad (2)$$

すなわち、現代では1,000 [lm]の光を1時間だけ維持するためには0.25円必要となるのである。もちろん無駄なエネルギー消費を避けることは重要なことは申すまでもないが、あくまでも支出に伴う負担という観点で考えてみると、1時間で0.25円というのは決して大きな負担とはならない。現代における電気工事を担う電工職の日当は20,000円程度とのことなので、仮に電工の日当をすべて、光を得るためだけに使用したとすると、1,000 [lm]の光を80,000時間点灯し続けることができるという計算にもなる。つまり、一日働いて1,000 [lm]の光を3,333日の間、灯し続けることができると計算でき、逆に、一日働いた給金で1,000 [lm] × 3,333の光を1日間、楽しむことができるという計算にもなる。

一方で、17世紀のフランスの人工照明器具の中心は蠟燭であったようであるが、1705年当



図 40 ベルサイユ宮殿の鏡の間の内観（著者撮影）

時の蠟燭の価格は 500g あたり 22 ソルだった²⁴⁾。蠟燭から放たれる光束は、1 光度 [cd] が蠟燭をもとにした単位であり、光度は単位立体角あたりの光束という定義に着目し蠟燭の光束を計算すると、下記となる。

$$1 \text{ [cd]} \times 4\pi = 12.56 \text{ [lm]} \quad (3)$$

また、蜜蝋を使用した蠟燭を販売しているネット商店のサイトによると、110g で 15 時間点灯すると記載されている²⁵⁾。よって、500g の蜜蝋であれば 12.56 [lm] の光を 68 時間点灯し続けることが可能となる。逆に、1 時間だけ点灯させようとする 7.4g あれば十分となり、当時の価格に換算すると 0.32 ソルとなる。

以上より、当時の蠟燭を使って 1,000 [lm] の光束を 1 時間得るために必要となる価格は

$$1,000 \text{ [lm]} / 12.56 \text{ [lm]} \times 0.32 \text{ ソル} = 25.5 \text{ ソル} \quad (4)$$

ここで、17 世紀のフランスの肉体労働者の 1 日あたりの収入は 27 ソルであったとのことから、ほぼ、肉体労働者が 1 日働いて得た給金で、ようやく 1,000 [lm] の光を 1 時間得ることができるという計算になる。つまり、現代の我々とは比べ物にならないほど人工光は貴重なものだったということが理解できる。

しかし一方で、17 世紀のフランスの統治者であったルイ 14 世の一日の生活費は 176 万ソルであった²⁶⁾との記述がある。これを当時の肉体労働者の日当と比較すると、肉体労働者の日当が一日あたりの生活費に等しいとすると、ルイ 14 世の生活費は肉体労働者の約 65,000 倍と計算できる。前述の現代日本における電工のケースと同様に、仮にルイ 14 世が一日の生活費を、すべて光を得ることだけに使用したとすると、1,000 [lm] の光を 65,000 時間点灯し続ける、または 1 日あたり 1,000 [lm] $\times$ 2,708 の光を楽しむことができる計算になり、ほぼ、現代の我々と同程度の光の潤沢さに恵まれていたということになる。そして、この富の集中はルイ 14 世だけが独占していたわけではなく、一族皆が同程度の富を得ていたであろうことは想像に難くないので、これだけ潤沢に光を扱うことができるのであれば、照明デザインという概念が生じたということも頷けるものだと考えた。

8-3 モダニズムの前衛的な教会堂が出現した時代背景

7のゴシックの項でも述べたが、聖堂は明るくすることができても、あえて暗さを求めて計画されているように見受けられる。これは、人類初の鉄筋コンクリート造の教会であるオーギュスト・ペレによるノートルダム・デュ・ランシー教会（1923）も、モダニズム期に出現したコルビュジェのロンシャンの礼拝堂（1955）においても、丹下健三の東京カテドラル（1964）においても同様である。これを裏付けるものとして、360度画像をもとにした輝度計測結果を図41に示す。有彩色光による光の美を積極的に見せていたサン・ドニ大聖堂はヴェズレイのゴシック様式である内陣とほぼ同等の平均輝度を示しているが、他のゴシック様式も、さらに窓開口に対する制約が無くなったモダニズム期の聖堂も、ロマネスク期と大差がない平均輝度を示している。

人々の志向が多様化したモダニズム期においてさえ、ある意味、旧態然とした薄暗い空間が創られていることの理由は、これは、もはや建築家による神秘的な教会を創りたいという創作意欲の表れに他ならないのではないだろうか。そして、この建築家の創作意欲をサポートするものとして、ゴシック期の窓開口やルイ王朝の富の集中と同様に、従来比で大幅な『光の潤沢さ』が生じたことが理由となるのではないだろうか。

そして、その新たなデザインの概念の転換につながるような『光の潤沢さ』を育んだものこそが、電光源の出現（1909年にCoolidgeがタングステンを用いた白熱灯を開発）であり、当時に発達した電力事業（1895年にTeslaがナイアガラの滝に水力発電所を計画）だったと考えるのが妥当であろう。

スイッチを操作するだけで、火災の危険性が低く安全で、清掃や頻繁な交換手間のかからない光を簡単に、しかも安価に得ることができるようになったことは、光環境計画においては革命的な出来事の一つであるはずである。建築家たちは、人工照明による補償を得たかの如く、曇天時や雨天時の昼光不足のリスクに怯えることもなく、思い通りのデザインを展開することが可能となったのだと思うのであるが、いかがであろうか。

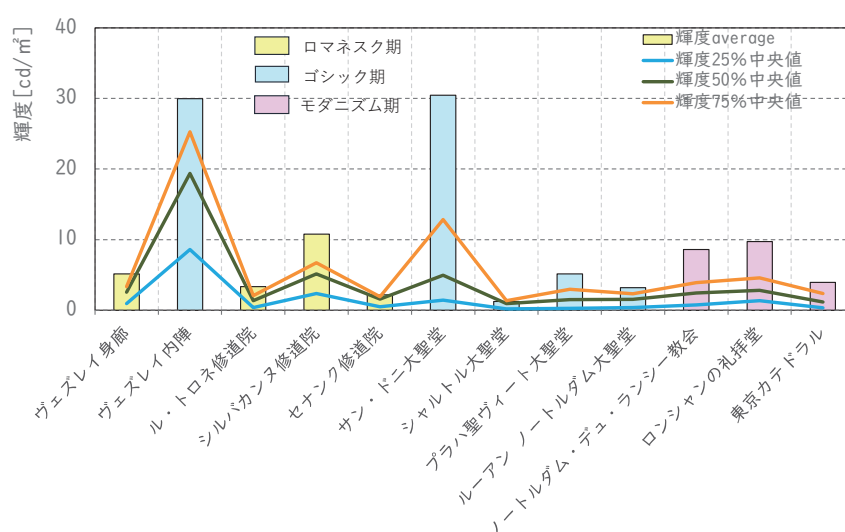


図41 各様式の平均輝度の比較（ロマネスク期～モダニズム期）

8-4 更なる多様化

モダニズム期を経て、ポストモダンの時代に入ると再び直射日光の情景を主役としたような建築が、聖堂以外にも設計されてくるようになったように見えることは昨年、報告した。今年は、ゴシック期のステンドグラスがモダンなスタイルに進化した結果としての特徴的な聖堂の調査結果を述べる。

8-4-1 マインツのシュテファン教会

図 42 に示すのはマインツのシュテファン教会の内観である。身廊の中央あたりと内陣の傍の、各々の場所における 360 度画像をもとにしたリアルアピランス画像を示している。

マインツのシュテファン教会は 1814 年に建設され、1979 年に内陣正面の窓がシャガールの作品に置き換えられ開館式が行われた²⁷⁾。他のステンドグラスはシャガールの作品ではないようであるが、すべてのステンドグラスは青で統一されている。したがって、空間に入射する昼光も青の成分が強くなり、結果的に空間全体が青で染まっている印象を受ける。

しかし、図 43 に示すような、内陣の床面における色彩照度計による計測結果からは図 44 の分光分布からも確認ができるように、赤の成分のほうが青の成分よりも相対値が勝っていることが確認できる。すなわち、空間を見回した際には青いステンドグラスが強調される形で視認できるために空間全体が青に染まっているように感じるのであるが、床面に降り注ぐ光の成分は人工照明の割合が高いため赤の成分の相対値が増す結果となっている。もっとも、計測日は



身廊の中央



内陣の傍

図 42 マインツシュテファン教会の内観（著者撮影）

雨天の午前中だったので、これが晴天時であればより強い昼光の採光が見込めることから、青の成分の相対値が増す結果になるのであろうが。

窓にはめ込むステンドグラスを徹底的に青で統一して青に染まった空間を印象付けるにおいて、人工光源まで青色光にせず、赤みを帯びた色温度の低い光源を採用しているので、目の色順応がいつまでも進まず、空間に入ってしまった後経たした後にでも、青が鮮明に感じられる。

いずれにしても空間全体を青に染まっているように感じさせる空間創りは、これまでの調査した聖堂には無かったので、これも近年の多様化の結果なのではないだろうか。

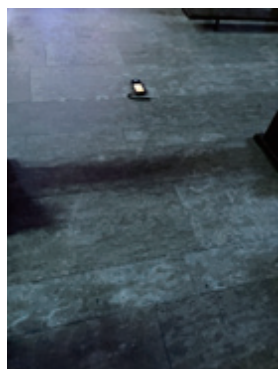


図 43 床面に色彩照度計を設置して計測している様子

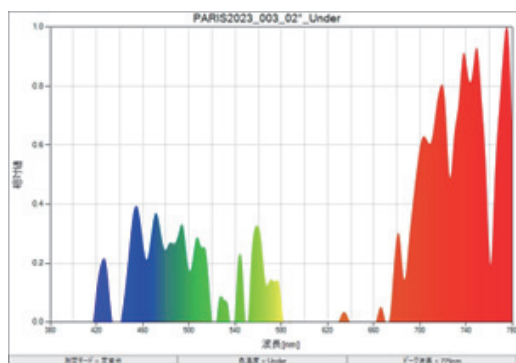


図 44 床面における分光分布（雨天の正午頃）

8-4-2 ベルリンのカイザー・ヴェルヘルム記念教会

図 42 にリアルアピランスによる内観写真を示すが、こちらも青で空間が染まった印象を受ける教会である。

カイザー・ヴェルヘルム記念教会は 1895 年に建設されている。しかし、第二次世界大戦の最中である 1943 年 11 月に爆撃を受けて半壊した。しかし、戦争を繰り返してはいけないとの反省のもと、半壊した塔を存続させた形で隣接部分に 1963 年にドイツ人の建築家であるエゴン・アイアーマンの設計で新しい教会が建設された²⁸⁾。ガラスはシャルトル出身のガラス画家であるガブリエル・ロワールによるデザインで、ロワールはオーギュスト・ペレのノートルダム・デュ・ランシー教会にステンドグラスも担当しているとのことである²⁸⁾。

リアルアピランス画像は、360 度カメラを中心とした球面上に分布しているピクセルデータを正距円筒投射して平面表示しているため図 45 に示す内観図の右端と左端は平面図上では途切れているが、元の図はつながっている状態である。すなわち、図 45 は円筒の内面に画像が照射された状態のものを縦に切って、平面図に開いた状態の画像となる。

この正距円筒投射の画像からも確認できるように、カイザー・ヴェルヘルム記念教会は、入り口部分の上部にパイプオルガンが納まっていますが、四方の壁がほぼ青いステンドグラスで構成されている。よって、シュテファン教会と同様に、こちらのカイザー・ヴェルヘルム記念教会でも図 46 に示すように床面において色彩照度計で計測を行ったが、シュテファン教会同様に空間が青く染まっているように感じた。また、シュテファン教会とは異なり赤よりも青の相対値が高いが、図 47 に示すように、かなりの量の赤い成分も含まれていることが確認できる。こちらも赤の成分が含まれているがゆえに、青さが感じられるという結果になっていると考えられる。



図 45 カイザー・ヴェルヘルム記念教会の内観（著者撮影）

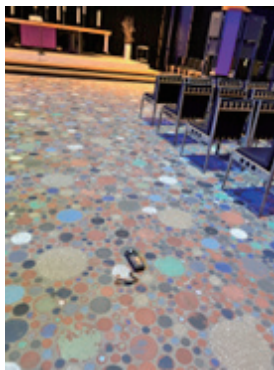


図 46 床面に色彩照度計を設置して計測している様子

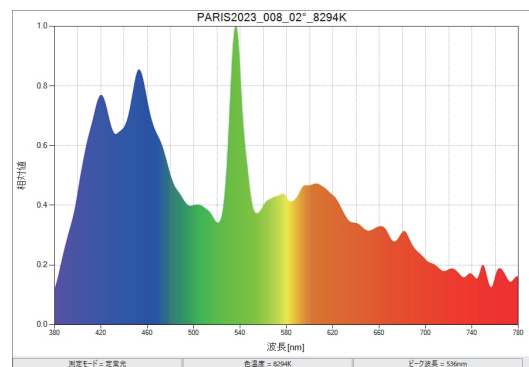


図 47 床面における分光分布（快晴の正午頃）

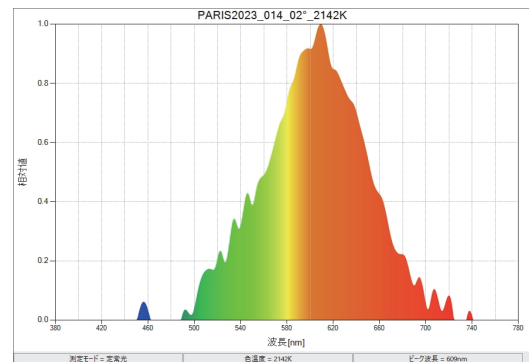


図 48 床面における分光分布（日没後の夕方）

いずれにしても、ヨーロッパでもドイツにだけ、すべての窓のステンドグラスを青とした聖堂が見られるのであるが、この青を使用した理由が如何なることなのかは、様々な文献を調査してはいるが現時点では不明である。落ち着きや神秘性を狙ったのデザインとも考えられるが、その狙いを立証するのであれば、印象評価実験を行う必要があり、これは来年の課題としたい。

なお、カイザー・ヴェルヘルム記念教会に対して述べた上記のデータは2月下旬の快晴の正午頃に訪れた際のものである。カイザー・ヴェルヘルム記念教会には日没直前の夕方にも再訪しているので、ここで、夕方のデータについて述べたい。

図 48 に夕方の床面での分光分布を示す。やはり、雨天でのシュテファン教会と同様に青の成分の相対値が低下して、赤の相対値が向上している。しかし、シュテファン教会ほどは赤が強くなっていないのは、人工照明がLED光源であるためと推定できる。すなわち図 45 に示す分光分布は、ほぼ人工光源から発せられた光が、内装の一時反射成分をわずかに加えて色彩照度計に到達していると考えるのが妥当であろう。

なお、図 49 に正午、夕方の輝度画像を示す。当然であるが、正午のほうが窓面輝度も床面の輝度も高い。しかし、実感としては昼も夜もさほど変わらない明るさ感であった。

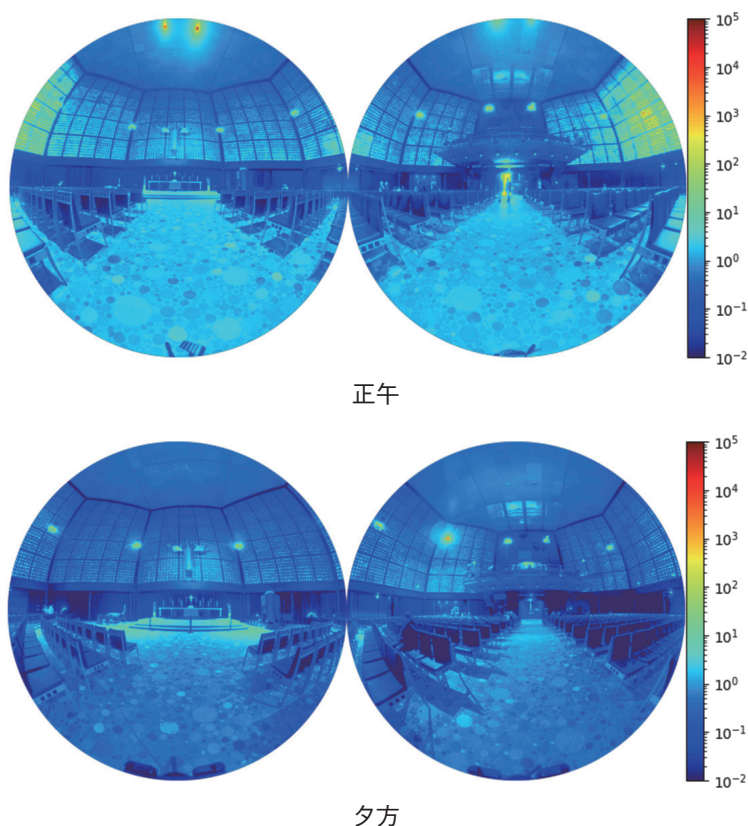


図 49 カイザー・ヴェルヘルム記念教会における輝度画像

9. まとめ

古代ローマ様式のパンテオンでは、神の象徴ではなく記念日における皇帝のドラマチックな登場を演出するためのスポットライトの役目に直射日光が使われていた。

ビザンチン様式の時代には、アラバスタをはめ込まれた窓により空間内が拡散光で満たされ、キリスト教に関するストーリーを展開するモザイクタイルを視認するうえで好都合であったと考えられる。

ロマネスク様式の時代には、薄暗い空間に温かみを伴って差し込む直射日光の情景が、清貧を旨として人生を神に捧げていた修道士の心の拠り所となっていたと思われる。この時代に発達したエブラスマン形状の窓は、採光量を増すだけでなく直射日光の入射確率も向上させ得ることを確認した。

ゴシックの時代には、建築構造学の面での革命もあり窓面積の拡大が可能となったが、教会建築においては神秘性の維持が図られ、有彩色ガラスであるステンドグラスの採用により明るさの低い空間に有彩色光が差し込む、これまで以上に劇的な空間も創造されるようになった。さらに、1520年の宗教改革の後には教会内で聖書を読むというニーズも生じ、視作業のための照度を得るという概念も生まれた。しかし、照度は高まっても、空間内の明るさ感は低いまま維持するデザインも進められた。

その後の時代は、「美」に対する概念が進み、美術館のように設えた聖堂も増え、「美」を昼

光にのみ依存する時代から人工照明の活用にも可能性を見出すようになってきた。ベルサイユ宮殿の鏡の間では 24,000 本の蠟燭とブリリアントカットガラスを組合せたシャンデリアによる大舞踏会が開催されているが、これもかつてのゴシック期に昼光が潤沢化したがゆえのデザインだったのと同様に、富の集中による王族の光の潤沢化によるものと推定できる。

モダニズムの時代にはコルビュジェや丹下健三による直射光の情景を無視したかのような前衛的な拡散光のみによる聖堂も計画されている。建築家の表現への要求が教会建築の伝統をも打破したようにも見受けられ、これもまた新たな概念による光の情景の変化にも見えるが、これが可能となったのも電気照明の出現と電力事業の発達が背景となっていると推定される。また、この時代には環境工学という分野も発達し、グレアの無い安定的な採光と熱負荷抑制の両立につながる北面採光の有効性が広く認識された時代でもあった。

そして近年、再び直射日光の情景を示す建築空間が出現してきている。現代は多様化の時代と言われていることもあり、各種機器類の省エネ技術の発達により空間内の熱負荷が減少したこともあり、大幅な日射熱の増加が無いのであれば、多少のグレアが伴う直射日光の取得も許容されるようになってきたための結果であろうか。確かに直射日光による美は、人工照明で補えるものでは決してなく他のなにものにも替え難いものである。ポストモダンが装飾の無いことに対するアンチテーゼだったように、拡散光だけの空間に対するアンチテーゼによるものであろうか。

参考文献

- 1) 杉本俊多：二十世紀の建築思想 キューブからカオスへ、鹿島出版会、1998
- 2) <https://irohani.art/study/7108/>：イロハニアート（絵画のみ参照 2024-01-01）
- 3) 佐藤達生、木俣元一：大聖堂物語—ゴシックの建築と美術、ふくろうの本、2000
- 4) 坂田奈々絵：サン＝ドニ大修道院長シュジュールにおける anagogicus mos —『新プラトン主義』と典礼的文脈—、中世思想研究、p.65-79、2013
- 5) Artkoloring book, inspired by the original decorations, PANTHEON, TOMATO PUBLISHING di Massimiliano Monteduro, 2023
- 6) ロルフ・トーマン：ヨーロッパの大聖堂 美しい荘厳な芸術、河出書房新社、2024
- 7) 浅野和生：中世ヨーロッパの美術、河出書房新社、2018
- 8) Denis R McNamara：How to Read Charch、ガイアブックス、2012
- 9) 松田行正：宗教とデザイン、株式会社左右社、2023
- 10) TURKISH Air&Travel、<https://turkish.jp/destinations/> アヤソフィア /、2025 年 1 月閲覧
- 11) ラベンナ 歴史ある芸術の案内書、サルバローリ書店、2014
- 12) 池上俊一：ロマネスク世界論、名古屋大学出版会、1991
- 13) 鈴木博之：世界遺産をもっと楽しむための西洋建築入門、JTB パブリッシング、2013
- 14) 辻本敬子：ロマネスクの教会堂、ふくろうの本、2003
- 15) Gerard Guillier：l'abbaye de Senanque、EQUIN・XE、2022
- 16) 池田健二：イタリア・ロマネスクへの旅、中公新書、2009
- 17) 金子晴勇：キリスト教思想史の諸時代 1、—ヨーロッパ精神の源流—、株式会社ヨベル・

日本キリスト教書販売株式会社、2020

- 18) 朝倉文市：修道院にみるヨーロッパの心、山川出版社、1996
- 19) 前川道郎：ゴシックと建築空間、ナカニシヤ出版、1978
- 20) 黒川高明：ガラスの技術史、アグネ技術センター、2005
- 21) 山田圭一：ゴシックの大聖堂 ある精神の遍歴、株式会社クレオ、2006
- 22) 酒井健：ゴシックとは何か 大聖堂の精神論、ちくま学芸文庫、2006
- 23) 本間睦朗ほか：照明ハンドブック 第3版、照明学会、2020
- 24) ウィリアム・リッチー・ニュートン：ヴェルサイユ宮殿に暮らす 優雅で悲惨な宮廷生活、白水社、2022
- 25) 15 時間点灯 S6-80 ストレート 45 × 80mm 蜜蝋キャンドル、<https://hachimitsut.thebase.in/items/14878266>、2025 年 1 月 19 日閲覧
- 26) Fr. Forbonnet：1595 年から 1721 年までのフランス金融業の研究と解説 第 2 巻. Basel, 1758
- 27) St. Stephan in Mainz: Verlag Sghnell & Steiner Ghbh Regensburg、2018
- 28) Egon Eiermann – Kaiser-Wilhelm-Gedachtnis-Kirche Berlin 1961、2011

注 1)：東京工業大学の中村名誉教授が開発した光環境解析・設計ツールである REALAPS による、人間の目で見えている状態を示す画像。

注 2)：電力のフラットレートとは、通常、基本料金と従量料金で構成される電力料金を 1kWh あたりにならして設定した合成単価であり、主に設備設計時のランニングコスト算出などに適用するものであり、燃料費に伴う各単価が変動するので、普遍的な固定値で表現したものではなく、常に目安的なものとなる。

【謝辞】

本研究は立命館大学歴史都市防災研究所に対する私立大学等経常費補助金（研究施設運営支援）、JSPS 科研費 JP22K12690 ならびに神田通信機株式会社からの奨学寄附金の助成も受けている。助成に対し、ここに感謝を申し上げる。