

〔報告〕アヤ・イリニ聖堂の保存環境に関する調査報告

著者	佐々木 淑美, 小椋 大輔, 吉田 直人, 安福 勝, 石崎 武志
雑誌名	保存科学
号	53
ページ	177-194
発行年	2014-03-26
URL	http://id.nii.ac.jp/1440/00003880/



〔報告〕 アヤ・イリニ聖堂の保存環境に関する調査報告

佐々木 淑美*・小椋 大輔*²・吉田 直人・安福 勝*³・石崎 武志

1. はじめに

筆者らは、2009年からハギア・ソフィア大聖堂（現アヤ・ソフィア博物館、以後「アヤ・ソフィア」と略記）において建築内外における劣化と環境要因についての調査を実施している。そして、これまでに外壁から内壁への水分移動と塩の析出ならびに壁材の剝落に注目し、その対策を博物館と協力して講じてきた。組積造建築の多くでこれらの事象はしばしばみとめられるが、特にアヤ・ソフィアの内壁での劣化は近年顕著に進行している。イスタンブールに残る他の同時代建築についても、今後同様に劣化が進行する可能性が懸念されることから、予防的研究としてアヤ・ソフィアとの比較を通して多角的かつ効果的な保存方策を検討する必要がある。

そこで、2013年から新たに、アヤ・イリニ聖堂（現アヤ・イリニ教会博物館、以下「アヤ・イリニ」と略記）での調査を開始した。アヤ・イリニでは、1947年のドイツ隊による建築調査¹⁾以降、学術調査およびその報告がおこなわれていない。また、1990年代に ICCROM によって修復されたと言われているが、その記録も現地で保管されておらず、どのような処置が施されたか明らかでない。さらに、通常は非公開の博物館であるが、2010年以降コンサートホールとしての使用が増えたことで、施設としての安全性の確保とともに室内環境の保守が急がれる。本報では、2013年9月～11月に現地で実施した第1回調査の成果をもとに、アヤ・イリニの保存環境について、今後の調査研究のための基礎的かつ予備的な考察をおこなう。

2. アヤ・イリニ聖堂とその調査

2-1. アヤ・イリニ聖堂の歴史

アヤ・イリニ（図1）は、アヤ・ソフィアの同時代建築としてコンスタンティノープルに残る聖堂の一つである。コンスタンティヌス帝（Constantine the Great, 在位324-337）によって創建され、第一次アヤ・ソフィアが猷堂される360年までは主教座聖堂としての機能を担っていたが、532年に起きたニカの乱で両聖堂とも焼失した。ユスティニアヌス1世（Justinianus I, 在位527-565）は直ちに復興を開始し、537年にはアヤ・ソフィアを、そしてその11年後の548年にはアヤ・イリニを再建した²⁾。8世紀の地震でドームが崩落すると、その修復と同時にアトリウム（中庭および回廊, atrium, 図2）やアプシスのシントロノン（壁面に沿って階段状に設けられた聖職者席, synthronon）が追加されるなど、時代とともにその規模は拡張された。

1453年にオスマン・トルコ帝国によって首都コンスタンティノポリスが占拠された際、スルタン・メフメット2世（Fatih Mehmed II, 在位1444-1446, 1451-1481）がすぐにアヤ・ソフィアをモスクへと転用したのに対し、アヤ・イリニはスルタンの居住するトプカプ宮殿（現トプカプ宮殿博物館）の城壁内に含まれ、モスクとしてではなく武器庫ならびにイエニチェリの戦利品保管庫として活用された。1846年には「オスマン博物館」としてオスマン・トルコで最初

*日本学術振興会特別研究員 PD

*²京都大学大学院工学研究科

*³近畿大学建築学部



図1 アヤ・イリニ聖堂南側外観



図2 アヤ・イリニ聖堂アトリウムの中庭

の博物館となった³⁾。1908年からは再び倉庫として使用されるとともに「軍事博物館」と呼ばれた。それはトルコ革命（1922年～1923年）後も変わらず、1978年まで続いたことが記録に残っている⁴⁾。

その後、損傷の著しい箇所などに必要な修復を実施し、教会博物館としてアヤ・ソフィアの管理下におかれた。1980年からはコンサートホールとして使用されており、年に40～50回のコンサートが堂内で開催されている。特に2010年はイスタンブールがヨーロッパ文化都市年であったことから、当時管理していたアヤ・ソフィアも積極的に活用し、夏にはほぼ毎日のようにコンサートやオペラ等が開催され、多くの鑑賞者が入館していた。

2011年からは、それまでのアヤ・ソフィアの管理からトプカプ宮殿の管理へと変更された。この管理者の変更は、トプカプ宮殿の城壁内に残る歴史的建築物として宮殿と一括管理すべきとの判断に基づきおこなわれた。しかし、トプカプ宮殿は敷地面積8万平方メートルもの広大な敷地にオスマン・トルコ時代の宮殿ならびに施設等の建築、装飾品等の展示室が点在しており、トルコで最も多い年間約370万人もの観光客が訪れる博物館である^{5,6)}。その管理には膨大な数の人員と時間を必要とするだけでなく、常に館内の各所で修復が実施されていることから、学芸員の業務も過密にならざるを得ない。そのため、城壁内とはいえ離れた場所にあるアヤ・イリニに赴くことも注意を払うことも難しい状況にある。また、アヤ・イリニはキリスト教の聖堂であり、トプカプ宮殿とは建築が属する時代も異なるために専門的知識をもつ学芸員も配置されていない。アヤ・イリニは観光客に公開されておらず、日中は入口脇に警備員が駐在している。入館を希望する場合には管理する博物館館長の許可が必要で、警備員が解錠・施錠に立ち会うとともに、入館者は指定のノートに署名し、学芸員とともに入館・退館しなければならない。

2-2. アヤ・イリニ聖堂調査の概要

前述の通り、アヤ・イリニにおける調査・研究は、アヤ・ソフィアに比べて少なく、特にトルコへの観光客数が増加し始めた1980年以降、十分な調査研究はおこなわれていない。また、建造されてから約1500年も経過した歴史的建築物であるとともに、現在はコンサートで頻繁に開館しているにもかかわらず、これまでにその維持管理に十分な注意が払われることなく、その安全性や保守は検討すべき点が多い。

時代や立地、建築的性格において類似する点が多いアヤ・ソフィアでは、劣化が著しく進行しているのに対して、アヤ・イリニでは、現在までこれといった大きな保存上の問題が取り沙

汰されることはなかった。しかし、2013年10月11日に2階北側廊天井のモルタルの崩落を筆者とトップカプ宮殿の学芸員とで確認した。この出来事は、今後他の場所でも剥落が起きるのではないか、そして他の劣化も進行するのではないかと懸念につながり、アヤ・イリニの保存および管理の必要性をトップカプ宮殿が認識するきっかけとなった。2011年当時アヤ・イリニを管理していたアヤ・ソフィアの学芸員も、コンサートによる影響、例えば、音響装置による微振動が建築構造に影響を与えているのではないかと、照明装置の発熱による温度上昇が壁面のペイントやモザイクを傷めているのではないかと、そしてコンサートのために連日閉館していたために内部環境が劣悪になったのではないかと懸念を抱いていた。

今回の調査を開始するにあたり、トップカプ宮殿の保存担当者とも意見交換をおこない、十分な管理をおこなうためには、筆者らのように類似する建築で調査研究をおこなう研究者らからの学術的かつ客観的な指摘が必要であるとの意見を受けた。アヤ・ソフィアで実際に起きてしまった劣化に関して、筆者らは2009年からこれまで調査・研究を継続し、その成果をもとに博物館と協力して保存対策を講じてきた。アヤ・イリニでは、天井の剥落も軽微に留まっており、一部壁面に残るモザイクやフレスコ画も劣化は著しいが大規模な剥離はみとめられず、今後起こりうる劣化を食い止めることが第一の課題と言える。アヤ・ソフィアでの劣化事例とその要因を参考に、アヤ・イリニにおける保存上の問題を早急に明示し、環境を評価することで、効果的な保存方策を提示することが本調査研究の目的であり、現地の期待に応えることでもある。

そこで、筆者らは2013年からアヤ・イリニの保存環境ならびにモザイクの材料・技法について新規研究課題として取り組むこととし、調査を実施した。第1回調査は2013年9月6日～11月14日の期間に、主として1) 堂内各所に合計14個のデータロガーを設置、2) 析出塩、モルタルなどのサンプル採取、3) モザイクの詳細観察、色彩計測をおこなった。今回の調査成果のうち本報では、設置したデータロガーから得られた2013年9月17日～10月23日の環境測定データならびに採取した析出塩サンプルの分析結果に基づく予備的な考察を述べる。

データロガーの設置箇所は図3、4に示す通りである。

1階とアトリウム

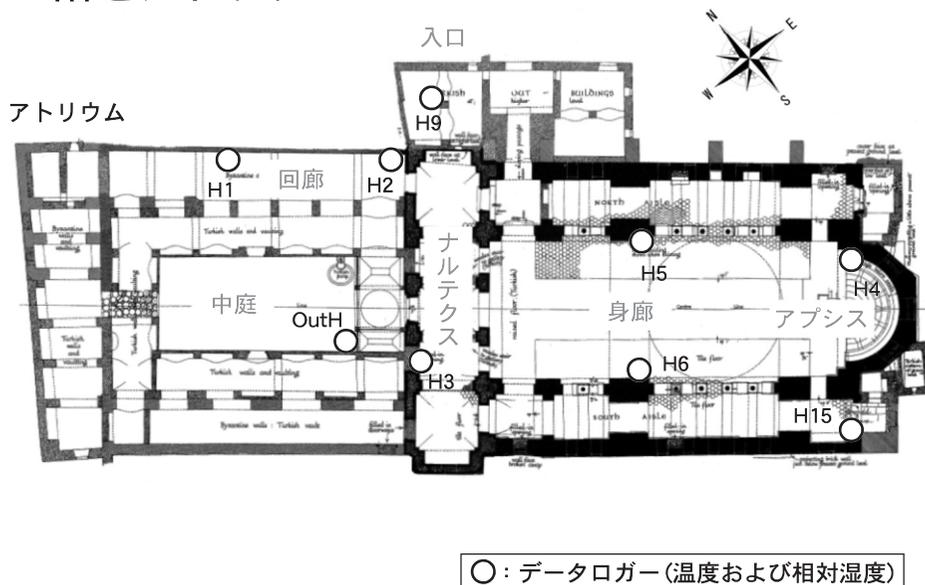
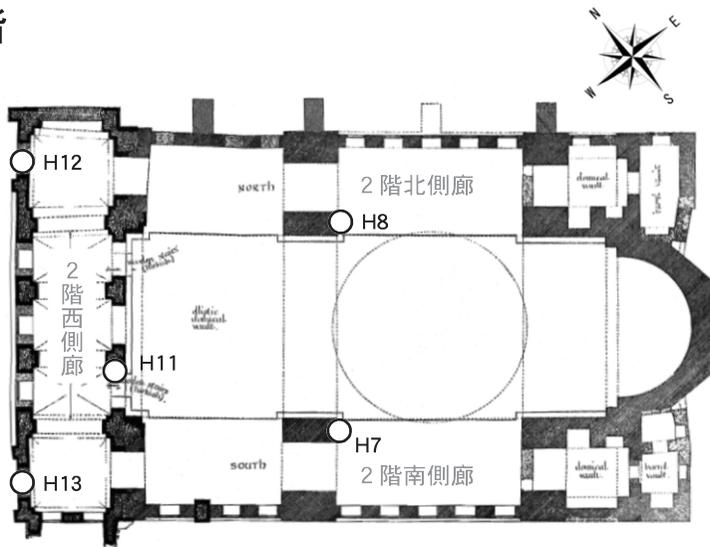


図3 アヤ・イリニ聖堂1階とアトリウムのデータロガー設置箇所

2階



○：データロガー（温度および相対湿度）

図4 アヤ・イリニ聖堂2階とドームのデータロガー設置箇所
 (図3, 4ともに W.S.George (1913) に掲載されている平面図を基に筆者が作成)

アヤ・イリニは、アヤ・ソフィアと同様に、空調設備をもたない。入口は北西のみで、一般公開をしていないため、コンサート開催日ならびに特別に観光を許可された場合を除いて、堂内に人の出入りはなく、閉ざされたままである。ただし、2階西側廊の南北にある窓と1階南北側廊東端の小室の東側壁面上部にある小窓が常時開放されているため、外気は主としてこれら窓から堂内に流入すると考えられる。

考察を始めるにあたって、まず、本報で扱う計測期間中のイスタンブールの日平均温度および日平均相対湿度の変動を図5に示す。期間中の平均温度は17.2℃、平均相対湿度は64.2%、平均絶対湿度は8.1g/kgであった。トルコは、例年、4月～9月には雨が少なく、気温が高い。計測を開始した9月17日は、まだ雨の少ない夏期にあたる時期であった。しかし、雨の降る季節へと徐々に変化し、10月1日～5日に約10℃も気温が下がり、その後には雨が降ることも増えた。このイスタンブールの温湿度の変動と同様の変動を、アトリウムの中庭に設置したデータロガー-OutH(図6)の計測結果も示していることから、本報ではこれを堂内と比較するにあたっての堂外環境データとし、以後の考察をおこなう。ただし、機器による測定誤差や中庭を堂外とする妥当性に関して、今後より検討すべきであることも申し添えておく。

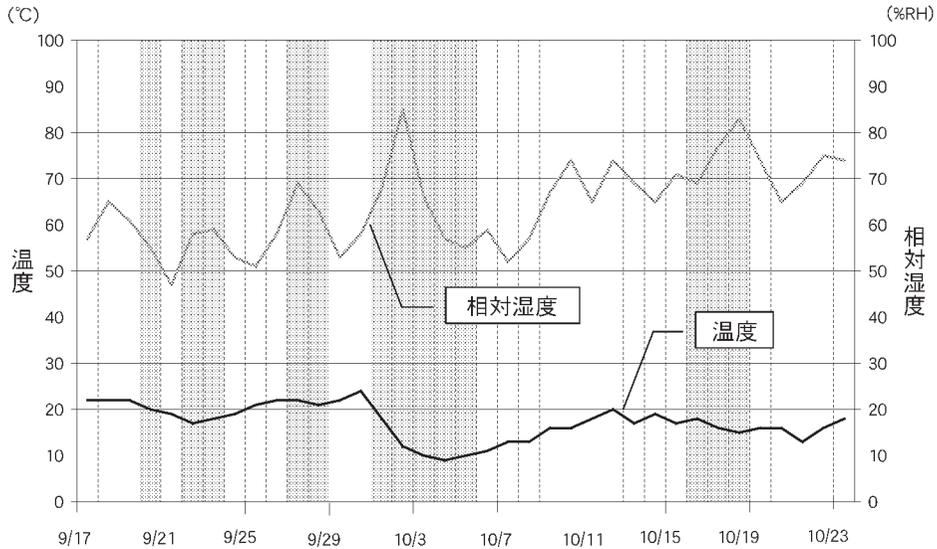


図5 イスタンブールの日平均温度および日平均相対湿度

(参照：“wunderground.com” <<http://www.wunderground.com/weather-forecast/TU/Istanbul.html>>)

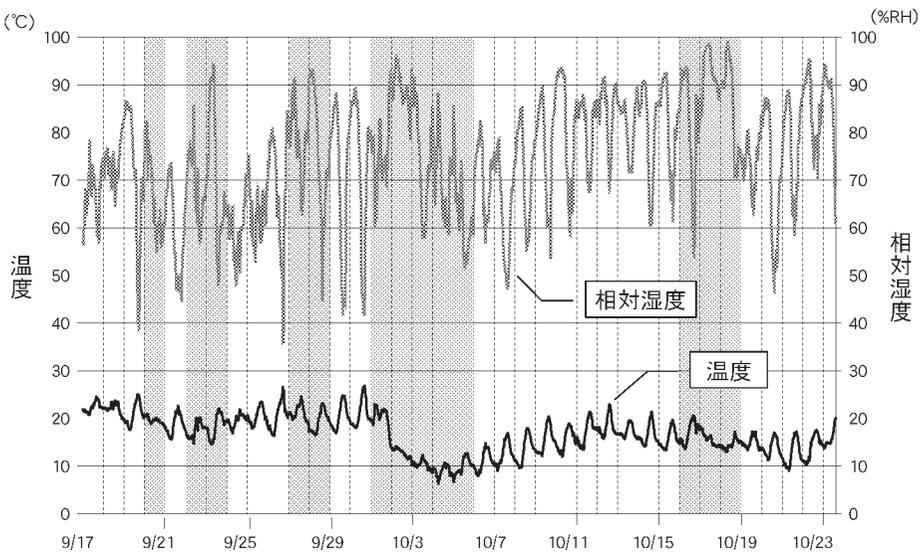


図6 堂外（アトリウム・中庭（OutH））の温度湿度

3. 聖堂の保存環境の評価

3-1. 堂内の温湿度の変動について

ここでは、堂内の温湿度について、1階と2階とでの違いならびに降雨による影響を検討した。計測結果は概して、堂内温湿度の変動は、外気（図6）より小さかった。また、相対湿度は、10月1日を起点とし、温度が低くなると同時にいったん低くなり、その後ふたたび高くなった。

まず、1階の身廊南ピアH6(図7)、ナルテクスH3(図8)および側廊東端の小室H15(図9)の温度変動を比較すると、各点における1日の変動は非常に小さいことが分かる。1階では、側廊東端の小室(H15)の湿度が他の1階計測点に比べて高かった。

次に、2階の南側廊H7(図10)、北側廊H8(図11)、西側廊南窓H13(図12)および階段上H10(図13)の温度、相対湿度の変動を示す。2階の温度は、1階に比べ1日の変動が大きかった。特に、西側廊南窓(H13)は、最も堂外と近い値で推移していた。南側廊(H7)は、北側廊(H8)に比べて1日の温度の変動が大きく、これは日射の影響と考えられる。相対湿度は1階身廊に比べわずかに低い値で変動しており、南北側廊(H7、H8)に比べて、西側廊南窓(H13)の湿度は高かった。

では、雨が降った日には、堂内の温度湿度はどのように変化するのであろうか。まず、先にも述べたとおり、雨が少なく気温の高い時期から雨が降り気温が下がる時期へと、10月1日～5日にかけて変化した。また、計測期間中、図中に網掛けで示す13日、降雨が確認された。そこで、雨が降った日のうち夏期にあたる9月20日と冬期にあたる10月17日の温度湿度および絶対湿度の変動を検討した。

図14に1階身廊南ピア(H6)と2階西側廊南窓(H13)、外気(OutH)の絶対湿度の変動を示す。夏期に雨が降った9月20日(図15)は外気に対して、1階身廊南ピア(H6)では温度が3℃～4℃高く、相対湿度は5%～20%低く、絶対湿度は高いまま推移し、外気と同様に低下していった。一方の2階西側廊南窓(H13)では、温度は外気と変わらないが、相対湿度は20%ほど低く、絶対湿度も当初は外気よりも低かったが、降雨後に高くなった。

夏期における堂内絶対湿度はかなり大きく変動しており、特に2階西側廊南窓(H13)の絶対湿度は、外気と1階身廊南ピア(H6)の間の値を概ね推移しているが、外気に近い値を示す時間帯と1階身廊南ピア(H6)に近い値を示す時間帯とが存在していることがわかる。これは、常時開放されている窓からの空気の流入・流出の影響である可能性が指摘できる。これについては、堂内と外気の温度差や堂外の風環境を含めた考察が必要であるが、今回の調査では空気の流動に関する計測は実施していないため、今後の検討課題としたい。

同じく冬期に雨が降った10月17日(図16)では外気に対して、1階身廊南ピア(H6)の温度は3℃～5℃高く、相対湿度は5%～25%低く、絶対湿度は外気と同じあるいは低く推移し、外気と同様に低下していった。これは夏期と同様である。これに対して、2階西側廊南窓(H13)では、温度はほぼ同じで、相対湿度は10%ほど低く、絶対湿度は外気よりも極端に低く推移していたが、夏期と同様に降雨後に高くなった。ただし、夏期とは異なり、冬期の堂内絶対湿度の変動は外気に比べて小さい。

堂内で最も高湿となるのは1階側廊東端の小室(H15)で、本報で扱う計測期間中、平均して70%の相対湿度を維持していた。特に雨天時には、相対湿度が85%に達し、1階身廊南ピア(H6)やアプシス(H4)より常に高い湿度を維持していた。この理由としては、聖堂東側が現在の地上面から2mほど低いことが挙げられる。現在の地上面によって日射は遮られ、小室は常に薄暗かった。また、小室の東面上部には常時開放されている窓があるが、現在の地上面が風の流れを遮っているため、窓から内部に流れ込む風は感じられなかった。結果として、室内は温度があまり上がることはなく、わずかにしか換気されないことで湿度は高い状態が維持されていた。

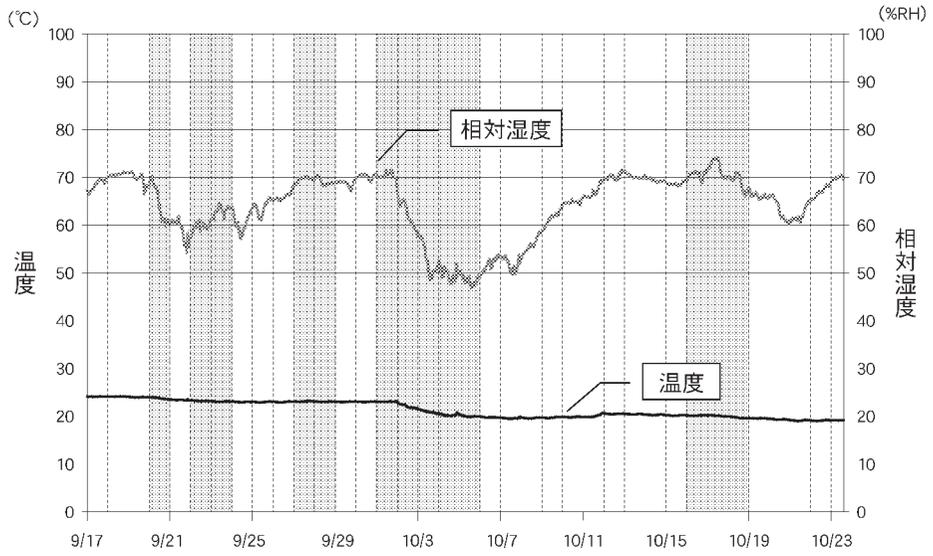


図7 1階身廊南ピア (H 6) の温度湿度の変動

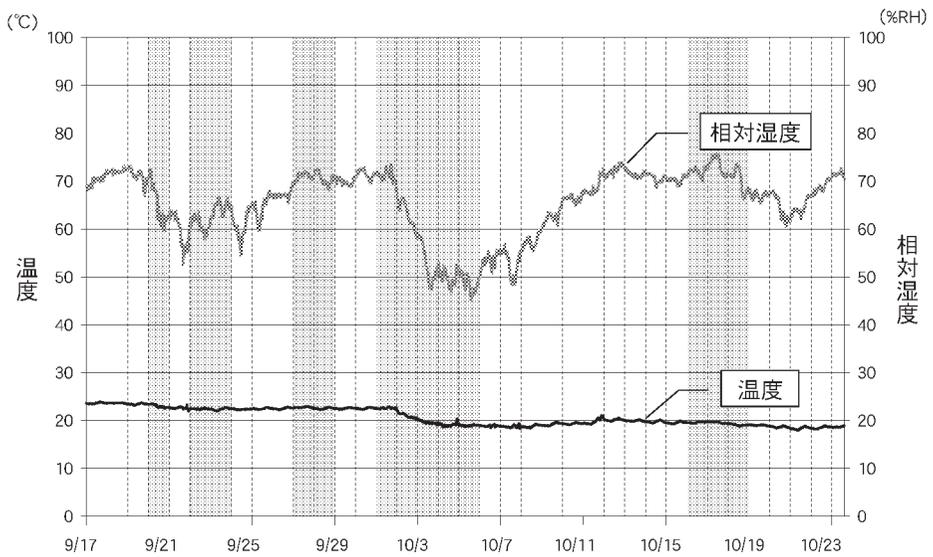


図8 1階ナルテクス (H 3) の温度湿度の変動

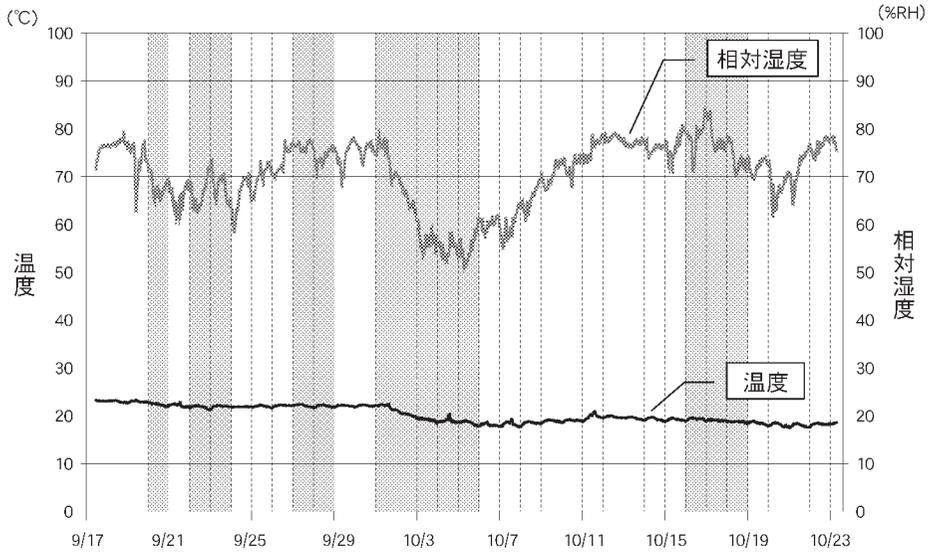


図9 1階南側廊東端の小室 (H15) の温度湿度の変動

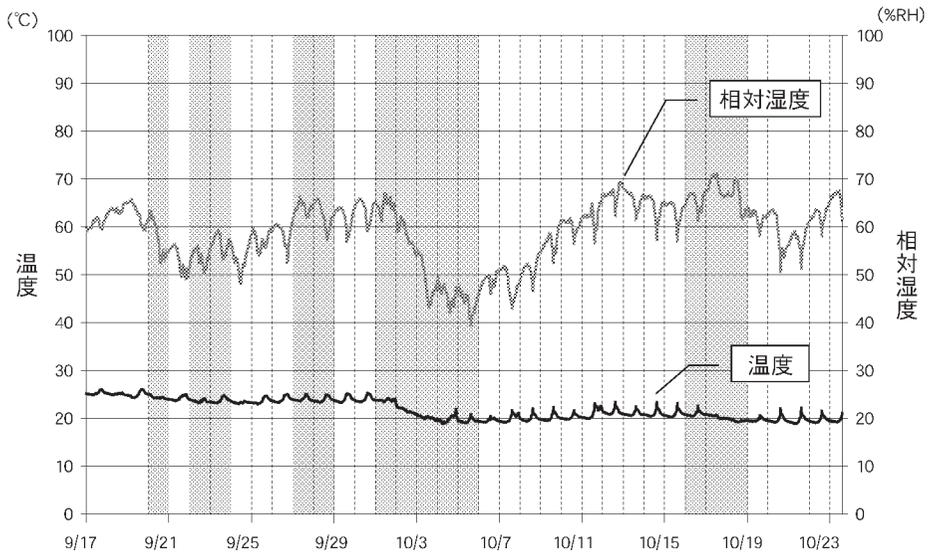


図10 2階南側廊 (H7) の温度湿度の変動

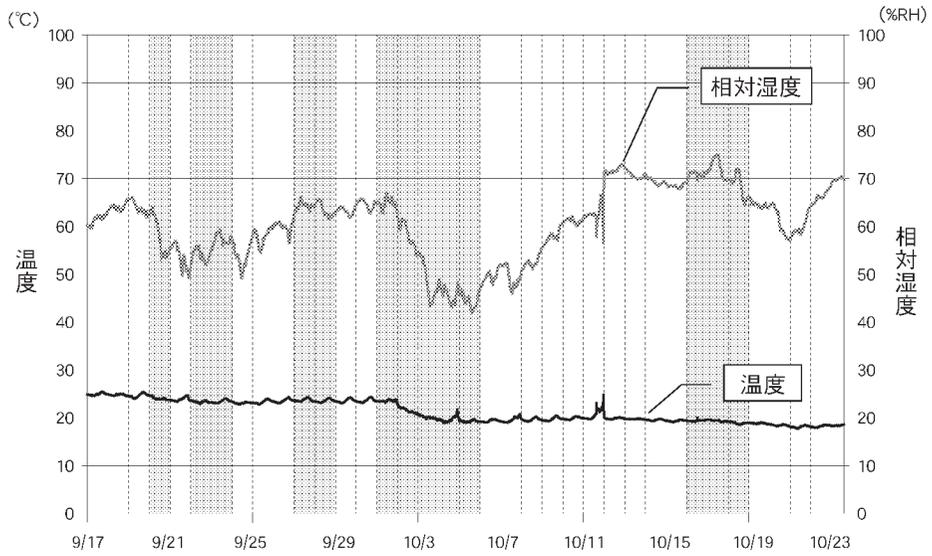


図11 2階北側廊 (H8) の温度湿度の変動

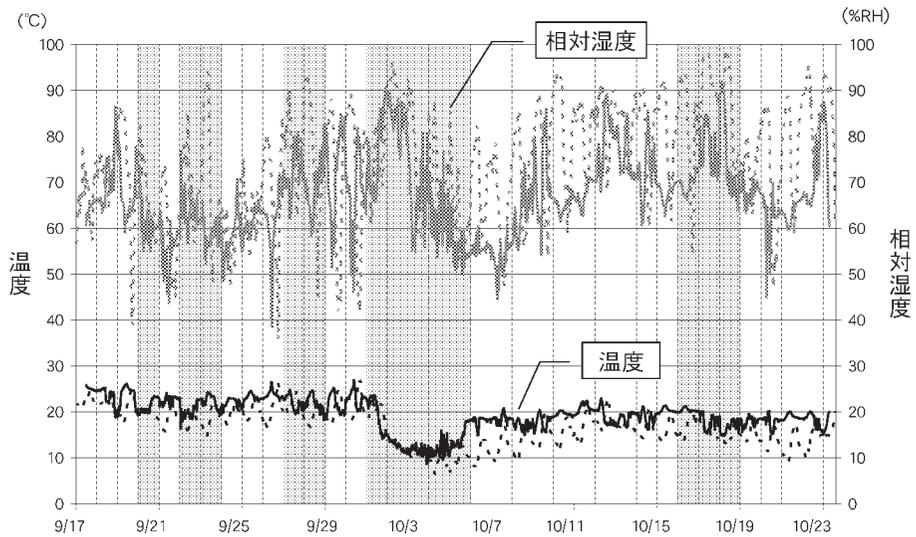


図12 2階西側廊南窓 (H13) と堂外の温度湿度の変動比較 (点線が堂外 (OutH) の温度湿度)

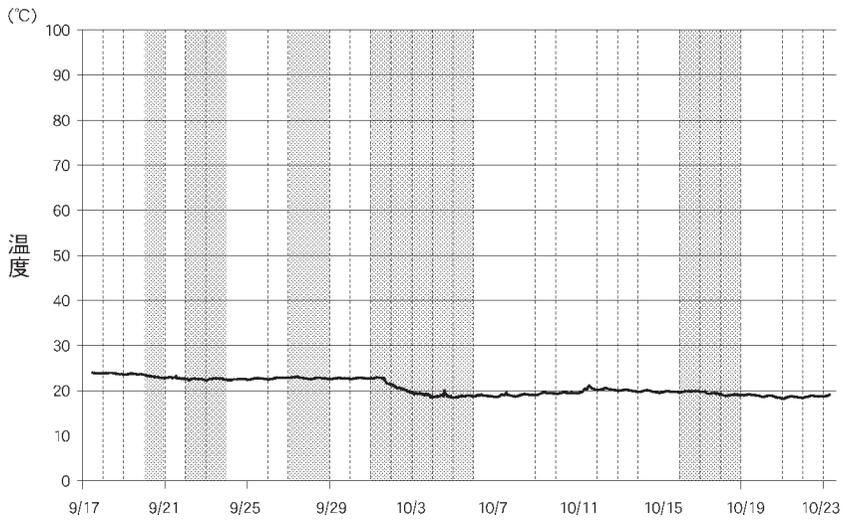


図13 2階階段上 (H10) の温度の変動

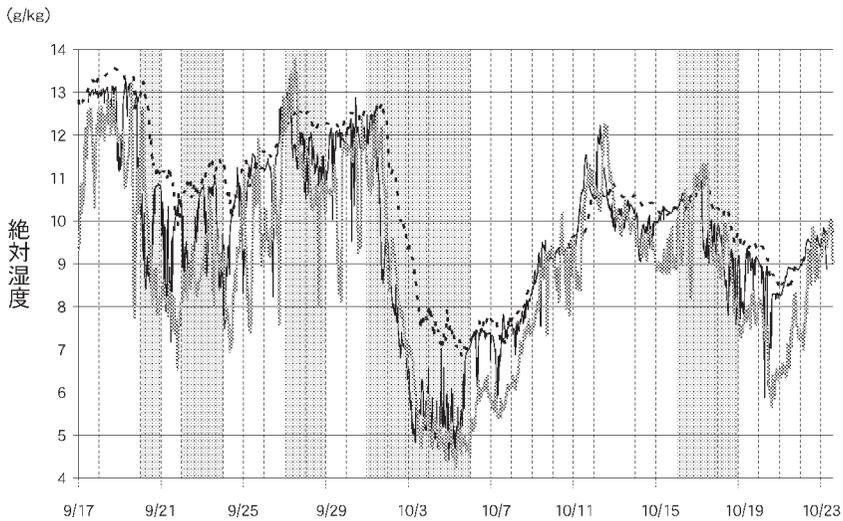


図14 1階身廊南ピア (H6) と2階西側廊南窓 (H13)、外気 (OutH) の絶対湿度の変動比較
(黒点線: H6 (1階身廊南ピア), 黒太線: H13 (2階西側廊南窓), 灰色: OutH (外気))

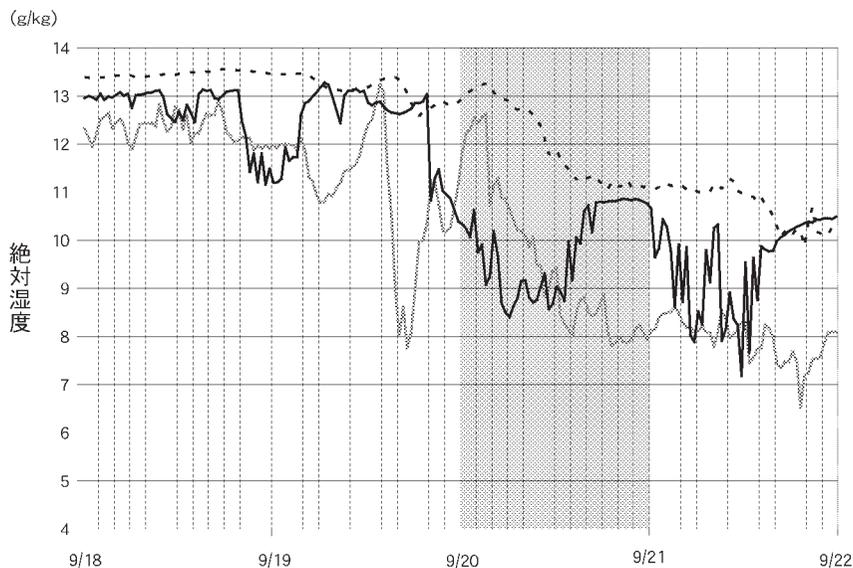


図15 9月20日の1階身廊南ピア (H 6) と2階西側廊南窓 (H13)、外気 (OutH) の絶対湿度の変動比較 (黒点線：H 6 (1階身廊南ピア), 黒太線：H13 (2階西側廊南窓), 灰色：OutH (外気))

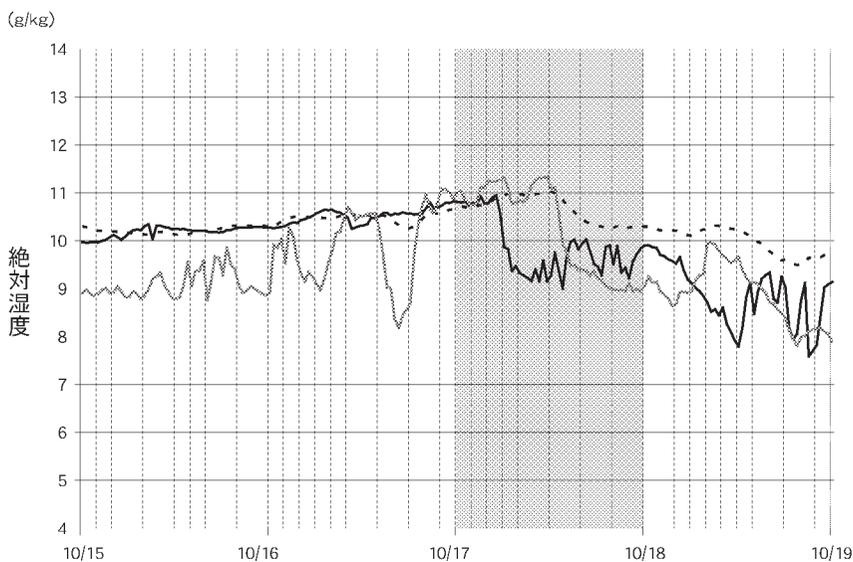


図16 10月17日の1階身廊南ピア (H 6) と2階西側廊南窓 (H13)、外気 (OutH) の絶対湿度の変動比較 (黒点線：H 6 (1階身廊南ピア), 黒太線：H13 (2階西側廊南窓), 灰色：OutH (外気))

3-2. コンサートによる影響

アヤ・イリニでは、年間を通じて40回～50回のコンサートが開催されており、特に夏期（4月～9月）に集中している。コンサートでは、オーケストラによる演奏や合唱、オペラの上演などがアプシスやシントロンでおこなわれる（図17, 18）。鑑賞者は約200人～300人で、1階身廊ならびに2階に上がる階段の踊り場に椅子が並べられ、そこから鑑賞する。通常、2階には許可を取得した観光客でさえ上がることができないが、コンサートの際には2階の南北側廊に音響や照明等の装置が設置され、特に北側廊に照明装置が設置されることが多い。ほとんどのコンサートは夕方から夜にかけて開催されるが、使用する装置や椅子の搬入・搬出、配線作業、リハーサルなどのために、ほぼ1日、あるいは前日から2日間、コンサートのために開扉される。

計測期間中（2013年9月17日～10月23日）は、気温が下がり始めた時期であり、比較的コンサートが少なかったが、開催日に堂内での温度上昇がみとめられたので、その結果を以下に示す。

期間中、4つのコンサートおよび1つのテレビ撮影がおこなわれた。コンサートは9月21日（9月20日リハーサル）、10月1日、10月4日、10月11日に開催され、いずれもオーケストラによる演奏が主で、当日の朝から準備がおこなわれた（図中に網掛けで示す）。

堂外 OutH, 入口H 9（図19）ならびにアプシスH 4（図20）の温度ならびに相対湿度の変動を示す。コンサートの開催日とそれ以外の日の温湿度変動を比較すると、10月4日と10月11日のコンサート開催時間に当たる夕方～夜にかけての変動に明確な差が認められた。10月11日の入口H 9とアプシスH 4の温度、相対湿度ならびに絶対湿度の変動（図21, 22）をみると、コンサートのための準備が始まる午前10時頃に入口（H 9）の相対湿度が外気よりも高まり、その後徐々に外気よりも低くなった（図中で10時～23時を網掛けで示す）。入口の温度は堂内と同様に外気よりも6℃ほど高く、これは、椅子等を堂内に搬入し、その後に鑑賞者らが入場するにあたり、扉が開放状態で維持されている間も変わらなかった。これに対して相対湿度は扉の開放によって外気が侵入し高まった後、外気温度が低くなるとともに徐々に低下している。

アプシス（H 4）ではコンサートのための入場が始まる（通常であれば温度が下がり始めると考えられる）午後4時頃から温度が約2℃～4℃上昇し、相対湿度は約5%低下している。しかし、絶対湿度は外気に比べて高くなった。コンサートが終了し退場が完了する午後23時までにアプシスの温度はピークとなるが、この時、堂外の温度は約18℃と夜間の冷え込みが始まっ

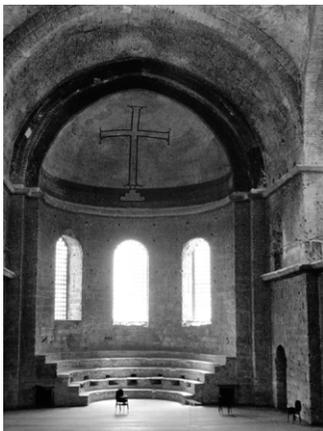


図17 アヤ・イリニ聖堂アプシス（2010/4/23）



図18 アヤ・イリニ聖堂でのコンサート（2010/5/29）

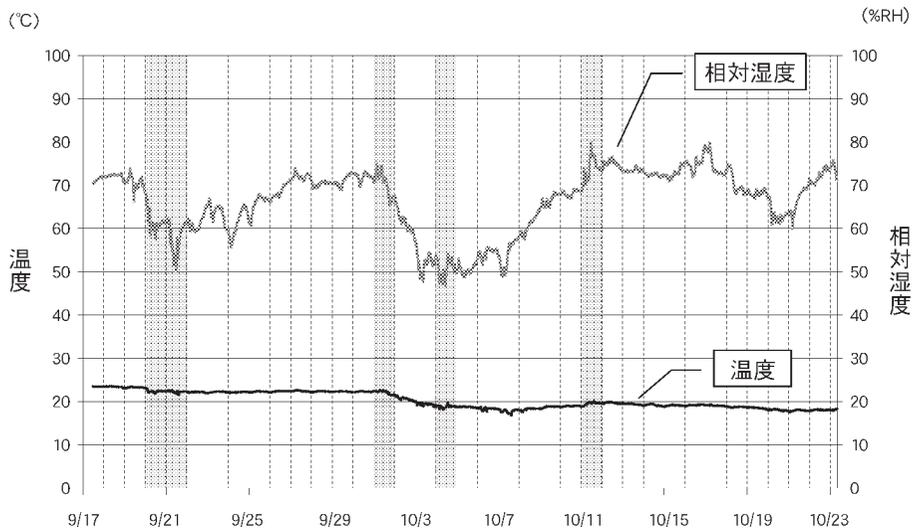


図19 コンサート開催日の入口H 9の温度湿度の変動

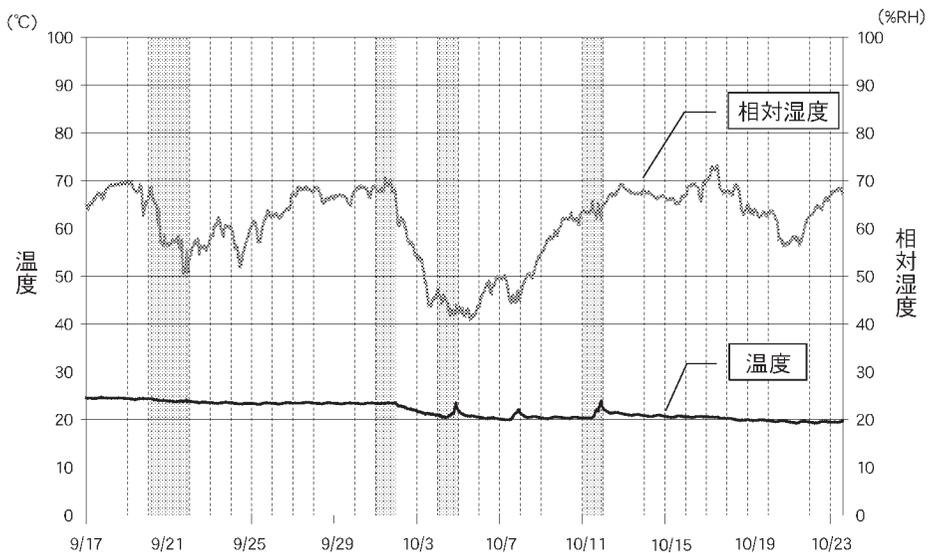


図20 コンサート開催日のアプシスH 4の温度湿度の変動

ていることから、この温度上昇はアプシスで演奏あるいは合唱をする演者らによる熱水分発生や演出のための照明による熱発生の影響が考えられる。また、図22からわかるように、温度の上昇とともに絶対湿度も高くなっていることから、演者ならびに鑑賞者らによる熱水分の発生が堂内環境を変動させているといえる。アプシスの温度は午後23時をピークとし、そこから徐々に下がり始め、翌日午前4時頃には通常の状態に戻ることがわかった。

堂内全体でみた場合、同じく10月11日の1階身廊南ピアH 6 (図7)と2階南北側廊H 7, H 8 (図10, 11)の温度湿度の変動を比較すると、アプシスほどの大きな変化はみとめられなかったが、温度および絶対湿度の上昇がみとめられた。ただし、2階北側廊では、日変動に比

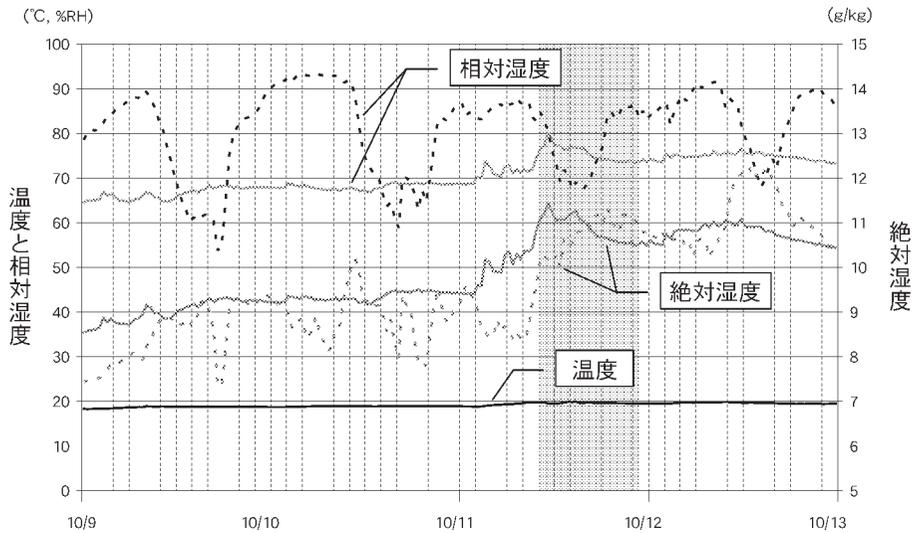


図21 10月11日の入口H 9と外気 (OutH) の温度、相対湿度ならびに絶対湿度の変動比較 (実線：H 9 (入口), 点線：OutH (外気))

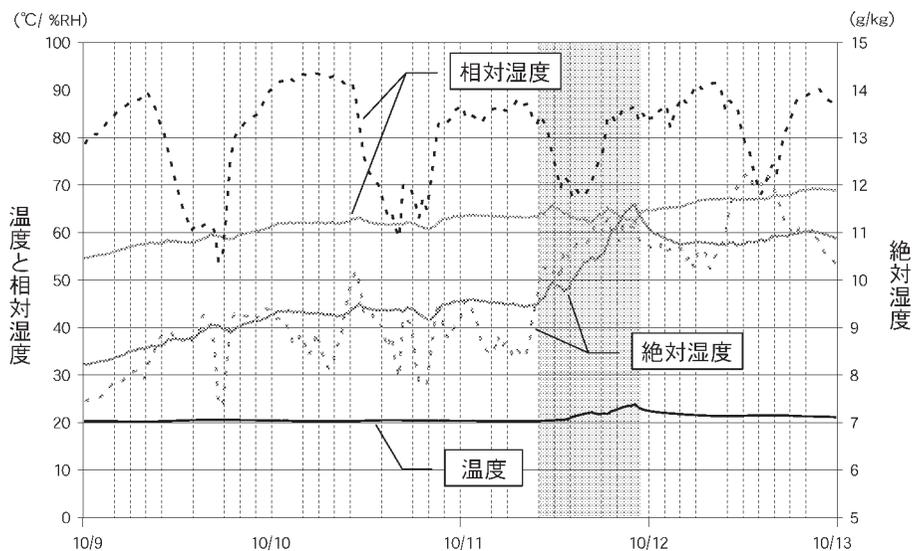


図22 10月11日のアプシスH 4と外気 (OutH) の温度、相対湿度ならびに絶対湿度の変動 (実線：H 4 (アプシス), 点線：OutH (外気))

べて明らかに異なる温湿度の変化がみとめられるが、これは前述の通り、北側廊に照明装置を設置することが多く、それら機材による熱発生の影響と考えられる。鑑賞者の熱水分発生による影響が、堂内全体に対してどの程度のものであるかについては、今後の調査で鑑賞者・演者の人数、換気交換量の計測をおこない熱水分量を試算するなど、検討課題としたい。

4. 聖堂内部の劣化

4-1. 塩の析出

アヤ・ソフィアでは、塩の析出が第2コーニスおよびドームで顕著にみとめられ、壁材の剥落を伴うほどに近年進行していた⁷⁾。これに対してアヤ・イリニでは、まだ進行途上であり、著しく析出している場所も2階北西隅にある柱とその両脇の壁面(図23)、ならびにアトリウムの回廊部の壁面および柱(図24)など、局所的である。

今回の調査では、2階北西隅から計11点、アトリウム回廊から計22点の析出塩サンプルを採取し、X線回折分析法(XRD)による結晶相の同定から特定した。分析に使用した装置および測定条件を以下に示す。

X線回折分析法(XRD)

PANalytical 社製 X'pert PRO

X線管球：銅(Cu)、管電圧・管電流：45kV・40mA、走査範囲：回折角(2) 5-70°

分析の結果、析出している塩は一様に、アヤ・ソフィア同様、硫酸ナトリウム(Thenardite)である。ただし、2階北西隅の柱の右部および右側面上部から採取した3点のみ硝酸ナトリウム(Nitratine)であることがわかった。この柱(図25, 26)は、左側(西側)が8世紀ドーム崩落後の修復であるのに対して、硝酸ナトリウムが析出している右側はオスマン・トルコ時代

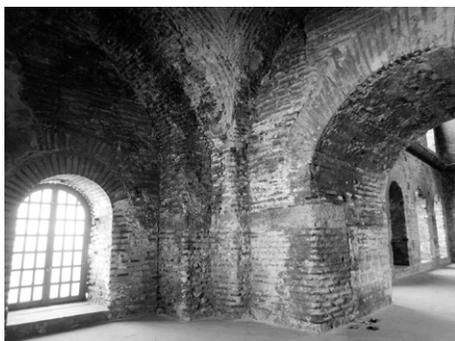


図23 アヤ・イリニ聖堂 2階北西隅



図24 アヤ・イリニ聖堂 アトリウム回廊部の壁面



図25 アヤ・イリニ聖堂 2階北西隅柱



図26 アヤ・イリニ聖堂 2階北西隅柱 東側面

の修復とされている⁸⁾ことから、壁材が異なる可能性が高い。ただし、同柱の右側面の下部では硫酸ナトリウムも析出していることから、壁材の分析を含め、他要因の有無も検討する必要がある。

また、アトリウムの回廊の壁面および柱からは、現時点で同定に至っていない他物質を伴って、硫酸ナトリウムが析出している。しかし、明らかに修復とみとめられる箇所とそれ以外とで同様であったことから、壁材の違いのみでは説明がつかない。今後、他分析方法を導入し同定を試みる予定である。さらに、ナルテクスと接続する東壁面から採取した計2点の析出塩については、トロナ (Trona, $\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) である可能性を示唆する分析結果が得られた。

回廊については、調査の際にトブカブ学芸員から、コンクリートによる修復が実施されたと聞いた。しかし、修復の事実を示す記録はなく、正確な時期や作業内容も不明であるため、コンクリート使用の有無やどの部位にどのような壁材が使用されているかは今後の分析を通して検討する必要がある。特に、トロナが析出していた箇所の壁材については、今後の調査において壁材のサンプル採取をおこない組成を同定する予定である。コンクリートのひび割れ部等からトロナが析出している事例⁹⁾もあり、トロナの析出箇所でコンクリートの使用を指摘できる可能性も考えられる。今後、析出塩と修復履歴との照合を進め、堂内の劣化の現状を精確に把握していく。

4-2. 修復材の劣化

2013年10月11日の午後に、2階北側廊の天井からモルタルが剥落しているのを、筆者と学芸員で発見した(図27, 28)。これは、天井内部に構造補強のために設置された鉄製の錠が腐食し、その表面および周囲に塗布されていたモルタルを崩落させたと見られる。錠の上には、周囲に残るレンガとモルタルの組積造に似せてモルタルでレンガの形を再現し、表面にレンガに似せた色が塗られてあった。この鉄製の錠をいつ誰が設置したのかについては、トブカブ宮殿学芸員の話によると、1990年代に ICCROM が実施した修復による可能性が高いと言えそうである。しかし、記録は一切残されていないため、今後アヤ・ソフィアおよび ICCROM で資料調査をする必要がある。

筆者が崩落の前後に堂内で調査を実施していたことから、2013年10月9日夕方~2013年10月11日午前の間に崩落したことがわかっている。崩落時、雨は降っていないが、10月1日~5日まで降り続いた雨がやみ、約10℃下がった気温も元に戻った時であった。この変化は、モルタルが崩落した天井のすぐ下(2階北側廊)に設置してあるデータロガー(H8)の温度、相対湿度および絶対湿度の変動からも明らかである。

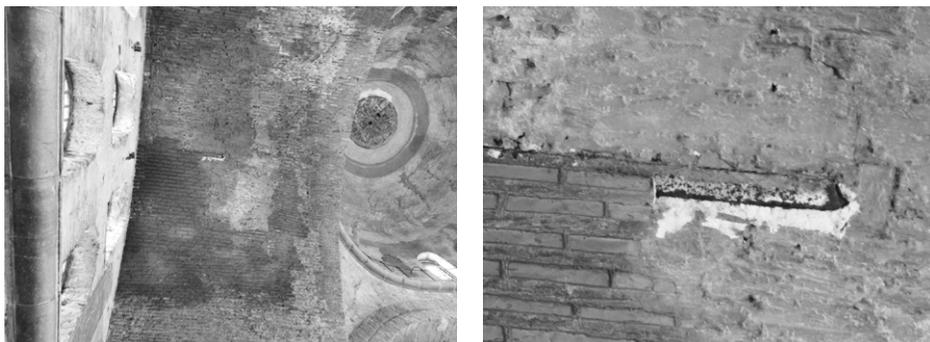


図27, 28 アヤ・イリニ聖堂 2階北側廊天井 モルタル剥落箇所と腐食した鉄製の錠

同様の鉄製錠は、他にも多数使用されており、今後それらも腐食しモルタルを剥落させる可能性はきわめて高く、早急にこれら錠が埋め込まれている場所の特定と補強が必要である。

5. まとめ

アヤ・イリニの室内環境は、常時開放されている窓からの外気の流入はあるものの、その影響は窓付近と階段上までで、1階身廊および2階側廊では、温湿度の変動は外気に比べて小さかった。しかし、コンサートの開催によって、特にアプシスの温度は他に比べて顕著に上昇していた。アプシス上部にはモザイクも残っており、この温度上昇がモザイクに対してどのように影響するのかについても、今後検討を進める必要がある。

現時点では、塩の析出は局所的であり、天井の修復モルタルの剥落も一か所でみとめられただけである。しかし、今後、これら劣化が進行する可能性はきわめて高く、早急に室内環境の保守と内部壁面に残る装飾などの保存方策を講じる必要がある。

温度湿度の変動については、より長期的なモニタリングを実施し夏季と冬季での室内の季節変化を把握する必要がある。また、日射の影響や窓から室内への空気の流動についても、今後の調査で検討していく。本報で述べた基礎的・予備的考察を基点とし、今後はアヤ・イリニの現状を精査し、実際の保存方策を提案できるよう、継続的な調査を実施する。

謝辞

本研究は、平成24年度学術振興会特別研究員研究奨励費の助成を受けたものである。また、現在アヤ・イリニを管理するトプカプ宮殿の館長ならびに学芸員の方々の理解と協力を得て実施することができた。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) Urs. Peschlow: Die Irenenkirche in Istanbul Untersuchungen zur Architektur, (1977)
- 2) Eyice Semavi: Ayasofya 1, 33-35 (1984)
- 3) アヤ・ソフィア博物館 HP <http://www.ayasofyamuzesi.gov.tr/ya_irini_html.html>
- 4) W. S. George: The church of Saint Eirene at Constantinople, 1-7 (1913)
- 5) 2012年3月3日付 SABAH 紙2011年トルコ国内の博物館への入館者数調べ <<http://www.sabah.com.tr/Turizm/2012/03/03/turistlerin-gozde-mekanlari>>
- 6) 2013年7月19日付 HABER TURK 紙2012年1～6月の入館者数調べ <<http://www.haberturk.com/kultur-anat/haber/861726-payitahtin-gozdesi-turistlerin-de-tercihi-oldu>>
トプカプが1,876,574人、ハギア・ソフィアが1,659,366人であった。
- 7) 佐々木淑美, 吉田直人, 小椋大輔, 石崎武志, 日高健一郎: ハギア・ソフィア大聖堂外壁の劣化とその要因に関する調査, 保存科学, **52**, 167-180 (2013)
- 8) W. S. George: The church of Saint Eirene at Constantinople, 64-78 (1913)
- 9) 山田哲史, 小口千明: コンクリート構造物の塩類風化に関する研究, 地形, **27**(3), 383 (2006)

キーワード: アヤ・イリニ聖堂 (Hagia Eirene); 環境モニタリング (environmental monitoring); 塩の析出 (salt crystallization); 鉄製錠の腐食 (corrosion of iron clamp); 修復モルタルの剥落 (detachment of restoration mortar)

Study on the Environmental Condition in Hagia Eirene, Istanbul, Turkey

Juni SASAKI*, Daisuke OGURA*², Naoto YOSHIDA,
Masaru ABUKU*³ and Takeshi ISHIZAKI

Hagia Eirene is a Byzantine architecture remaining in Istanbul, originally known as Constantinople, the capital of the Byzantine Empire. This building has masonry construction of the same period as that of Hagia Sophia. It has been used variously as a church, armory, warehouse, museum, and concert hall. Now it is managed by Topkapi Palace as a church museum.

A new research program in Hagia Eirene has been launched since 2013 which is intended for the conservation of mosaics remaining on the inner walls and the suggestion of practical/effective conservation measures based on the assessment of the environmental condition in Hagia Eirene.

The following results were obtained from the first survey conducted from September 5 to November 15, 2013.

- 1) The internal environmental condition does not have much variation despite the fact that the windows of the west gallery are opened all the time. But the fact that it has been used for concerts since 1980 has had some impact on the internal environment, especially increase in temperature at the apse.
- 2) Analysis of crystallized salts revealed that most of the salts on the wall of the atrium and the northwestern column of the gallery were sodium sulfate, with the exception of nitratine on a part of the northwestern column of the gallery.

These results provide a preliminary consideration into prospects for future research.

*Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science (PD)

**Kyoto University, Graduate School of Engineering

**Kinki University, Faculty of Architecture