

九州国立博物館
紀要「東風西声」第20号 抜刷
2025（令和7）年3月

特別展造作に関する VOC 対策研究会について

—共催者・造作会社・博物館での取組み—

川	畑	憲	子
木	川	り	か
望	月	規	史
桑	原	有	子
折	山	桂	子
渡	辺	祐	基
和	田	絢	子
奥	島	希	子
高	野		奏
志	賀	玲	美奈

特別展造作に関する VOC 対策研究会について

—共催者・造作会社・博物館での取組み—

川畑 憲子、木川 りか、望月 規史、桑原有寿子
折山 桂子、渡辺 祐基、和泉田絢子、奥島 希子
高野 奏、志賀玲美奈

1. 課題と目標

九州国立博物館では、人や文化財に安全な展示空間づくりに取り組んでいるが、昨今特に早急に取り組むべき課題の一つとして認識しているのが VOC（volatile organic compounds：揮発性有機化合物）やアンモニアなどの室内空気汚染物質に対する対策である⁽¹⁾。VOC は造作に多用される合板や接着剤から放出される化学物質で、代表的な物質として酢酸、ギ酸、アルデヒド類などが知られる。このような VOC は、われわれの日常空間においても多分に検知され、シックハウス症候群や化学物質過敏症など人体に深刻な健康被害をおよぼすことが問題となっているが、こと文化財に対しても展示ケースや展示台、仮設造作物等から発せられる VOC が原因となって甚大な劣化や毀損を引き起こすことは知られて久しい。

では具体的に、VOC は文化財にどのような反応をおよぼすのか。展示ケースや展示台、仮設造作物のうちとりわけ特別展造作に用いられる代表的な素材とそれらから発せられる VOC 等のガス、それらが文化財に引き起こす現象例や博物館における推奨濃度についてまとめたものが下の表 1 である。

表 1 おもな造作素材と放出される揮発性化学物質について

おもな造作素材	VOC 等の揮発性化学物質	文化財に引き起こす現象例	東京文化財研究所による博物館等における推奨濃度 ⁽²⁾
合板、木材、接着剤（酢酸ビニルなどを使用した木工用ボンド）など	酢酸、ギ酸	鉛などの金属と反応して腐食させる、カルシウムを含む貝や石灰岩・タイル・考古遺物などの粉状化、ガラスの白色化・液状化など	酢酸： 430 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （170ppb）以下 ギ酸： 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （10ppb）以下
石膏ボード、難燃剤付きクロスなど	アンモニア	油絵の変色（アamani油などの変色）、銅系顔料などの変色など	22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （30ppb）以下
合板、接着剤など	ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド	膠の硬化、顔料や染料の変色など * 左欄のアルデヒド類が酸化されると、それぞれギ酸や酢酸になる	ホルムアルデヒド： 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （80ppb）以下 アセトアルデヒド： 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （30ppb）以下

推奨濃度は特別展のような短期の展示の場合を対象とし、長期の公開や収蔵では、これらの値よりも清浄な環境に管理目標値を設定する必要があるとされる。

この表を見ると、とくに合板（木の薄板を接着剤で貼り合わせて作った板）と接着剤は、VOC を放出しやすい素材であり、文化財に引き起こす反応も鉛などの金属の腐食やカルシウムを含む素材の粉状化など大変深刻であることがわかる。また、文化財は単一の素材で作られたものだけでなく、多種の素材を組み合わせて作られているものも多いため、複数の素材が反応した結果、想定し

難い毀損を引き起こす可能性も考えられるであろう。

こうした VOC など揮発性化学物質の問題は、九州国立博物館のみならず、国内外の機関が研究・提言・実践を行っている⁽²⁾⁽³⁾。一例をあげれば、国内ではまず東京文化財研究所が2019年、酢酸、ギ酸、アンモニア、アルデヒド類の望ましい濃度を示し、低減への具体的な方策についても言及した手引きを発表している⁽²⁾。また、海外ではメトロポリタン美術館（アメリカ）やボストン美術館（アメリカ）、大英博物館（イギリス）などの大規模博物館が、VOC の問題に対する先進的な研究を行い、成果をあげている⁽⁴⁾。

また、VOC は文化財に対してのみではなく、人体に対しても深刻な影響をおよぼすことも忘れてはならない。化学物質を誘引として発症するいわゆるシックハウス症候群（「ビル・ホーム関連健康障害」とも）や化学物質過敏症は昨今では重要な社会的問題であり、厚生労働省からはシックハウスへの対策として望ましい空間の濃度の指針値が示されるなど、VOC の悪性については広く注意喚起、啓発活動が行われている⁽⁵⁾。

このように文化財にも人体にも影響を与える VOC が、われわれ博物館で開催する特別展の展示空間で多用される合板や木材、接着剤などから放出されていることは先述の通りである。特別展では、毎回、出品作品やレイアウトに合わせてケースや展示台、展示具、空間を仕切る壁や演出のための構造物等を製作するが、こうした仮設造作物の基材には、その価格や加工の手間といった総合的な使いやすさから合板が多用され、仕上げて紙や布を接着剤で張り込むのが通例である（図1）。



図1 九州国立博物館特別展「工芸のいま 伝統と創造」2009年会場に設置された造作物

仮設造作物の基材となる合板は、とりわけ大量の VOC を放出する。そのため対策として放出を抑える素材（バリテックなど）で遮蔽する、あるいは24時間空調を行うなどして濃度の低減をはかるが、そうでなければ仮設の造作物に囲まれた展示空間は、文化財にも人体にも悪影響を及ぼす、きわめて VOC 濃度の高い空間となってしまう。

そこでわれわれは、文化財にも人体にも安全な展示空間にするため、展示室に VOC を放出する材料をなるべく持ち込まず、VOC を放出しない材料でケースや展示台、展示具等をつくる、つまり安全な材料で作れば安全な空間ができるという至極シンプルな方針で展示空間をつくっていくことをめざした。そのためにまずはどのような材料が使えるのか、現在使用している材料の他に、使える材料がないか、テストし選抜していく必要がある。また、造作のデザインや工法を考えていく過程においては、環境に配慮してリユースできるようデザインを採用し「廃棄物を減らしていくこと」、そしてこの目標を長期的に実践できるように「大幅なコスト増にならないようにすること」も留意すべきこととした。

2. 実践を見据えた研究会の発足

こうした課題と目標のもと、どのように進めていくか館内で話し合い、まずは研究会（「特別展造作に関する VOC 対策研究会」）を立ち上げることにした。その際にとくに重視したのは、「博物

館だけでなく、共催者（新聞社・テレビ局など）・造作会社とともに取り組むこと」である。

特別展の展示は博物館だけで担っているのではなく、作品所蔵者の協力のもと、共催者と協同し、展示デザイナー、造作会社など多数の関係者とともに作り上げるものである。共催者は会場造作の費用を負担する機会も多く、さまざまな会場での展覧会経験も豊富であるし、展示デザイナーや造作会社は、素材や工法への幅広い知見があり、現実的なスケジュール感や予算感もわかる。そこでわれわれは、この問題を博物館だけで考えるのではなく、特別展造作に携わる三者が同じテーブルにつき、それぞれの強みや立場から意見を出し合う、オープンな議論をすることにした。

第1回目は九州国立博物館の特別展示室が改修工事に入った2024年4月に開催し、以降、隔月で継続することにした。

3. 研究会における議論

VOC対策の認知やあらたな造作素材の選抜、デザイン・工法の研究を目的に始まった研究会は、2024年12月までに5回を終了した。以下に、これまでの研究会の内容の一部を紹介する。なお、研究会では造作素材のテスト及び結果についての報告も適宜行っているが、それについては本稿では割愛している。和泉田ら執筆の別稿「展示ケース・展示室で使用するガス放散性の少ない展示材料のスクリーニングの試み」(p. 182(57)～172(67))をお読みいただきたい。

〈第1回〉

テーマ 特別展造作に関する VOC 対策について

- ・展示室における VOC の具体的な影響について（なぜ対策が必要か）
- ・見直しの進め方について（議論）

●日時：2024年4月23日（火） 午前10時～12時

●会場：九州国立博物館 研修室

●出席者（九博以外）：NHK 福岡放送局、NHK エンタープライズ九州、読売新聞西部本社、
（株）アム・トゥーワン、（有）ケイ・ネットワーク、（株）ハダ工芸社

第1回目では、まずは、なぜ対策が必要か、VOCの問題を皆で理解するために木川より「展示ケース・造作材料から放出される揮発性化学物質と文化財、人体への影響について」というタイトルで説明を行い、続いて川畑より今後の見直しの進め方について、その方針や考慮すべき点などについて提起した。

出席者からは、現状での濃度対策や、短期の特別展でどこまで対策しなければならないのか、などを皮切りに具体的な質問が相次いだ。以下に第1回の議論の一部を紹介する。なお、議論の中では VOC 等の空気汚染物質をガスとも呼んでいる。



図2 第1回研究会風景の様子

共催者 A：現状特別展ではどの程度の濃度になっているか。

木川：換気を含めて様々な対策をし、管理推奨値に収まるように工夫している。新しく作るものに関しても、アルミシートでくるむなど対策をしている。

共催者 A：会期が2～3か月の特別展でどこまで対策しなければいけないのか。

木川：推奨値を超えると一気に影響が出る可能性が高まる。影響が出ない範囲に収まるよう対策はしているが、何も対策をしなければ推奨値の5倍10倍の値になることもあり得る。対策をせずに濃度が高くなるとリスクも高まる。

共催者 A：展示ケース内でファンを回せばよいのか、あるいはケース自体を取り換える必要があるのか。

木川：ファンが有効な場合もあり九博でも使用しているが、ファンが使えない場合もあり、来館者への影響や粉塵などの問題から、ケースは密閉できた方が望ましい。そのため、ケース内に入れる造作物の対策が重要。

川畑：仮設の造作ケースのような隙間のあるケースでもガスはその素材から発生する。今のところ九博では所蔵先から数値を求められたことはないが、今後数値の計測が求められることも容易に想像できる。そのためにも VOC 対策はやらなければいけないことの一つだと考える。

また、VOC 対策を進めるに当たって重要となる、安全な素材をどのように選んでいくかという点も、議論の対象となった。

造作会社 A：この材料だったらガスが出ないもしくは少ないといった情報を、館の方から提供して頂くことは可能か。

木川：今後情報を提供できることを目指していきたい。MET からの情報はケース内の材料に関するもので、造作については5月に聞いてみたいと考えているが⁽⁶⁾、日本のように短期で終わる特別展はないため造作の考え方が異なる。そのため情報が参考になる部分とまらない部分があり、そういったことを踏まえて、皆さんの知恵を借りながら話し合っていければと考えている。

造作会社 A：事前にプラダン（プラスチック製段ボール）を提示されていたので（※事前に VOC の少ない可能性がある素材について、プラダンや HDPE（高密度ポリエチレン）など、九博から研究会に参加される造作会社に情報提供していた）、こちらからも別素材の提案ができないか調べたが、なかなか出てこなかった。

木川：材料を分けて頂ければ、館の方で簡易的な方法ではあるがガス放散量のテストができる。使用できそうな素材があれば提案して頂きたい。

対策を考えるに当たっては、まずは使える素材を選抜する必要があり、そのテストを九博で素材別に行うことになった。そして、具体的に何から考えていくのがよいのか、という話題から、展示空間における壁の考え方、作り方に話が及んだ。

木川：九博は会場の空間が広く間仕切りの壁の面積が大きくなるため、間仕切り壁自体の絶対量を減らして出るガスを減らせないか。ガラス展（九州国立博物館特別展「アールヌーヴォーのガラス―ガレとドームの自然賛歌―」2023年、図3）では造作壁の高さを低くして、バナーで空間を区切るデザインをしており、このようにデザインを工夫することで造作壁を減らして見栄えのする空間にできないか。



図3 会場風景

九博A：会場に壁は必須か。壁を作らずに照明などでお客様の動線を作るデザインにするのも一つの手ではないか。

造作会社B：壁をなくすのも一つの手で、その場合布で仕切るのが良いのではないか。もしくは展示会のようにシステムパネル（パーティション）で空間を仕切る方法が参考にならないか。例えばポールを立ててその間を何らかの使用可能な素材で仕切るなど。

川畑：ステージや就活ブースのトラスのようなものが特別展造作に応用できないか。

造作会社B：トラスなら構造物としては成立する。見た目の仕上げを工夫すれば可能かもしれない。

造作会社C：壁をなくすという考え方はあり。安く、造作や動線もシンプルにすることで作品を際立たせられるし特別展として成立すると思う。壁をゼロにするのはおそらく難しいので、何らかの形で壁に代わるものを考えていきたい。コストや強度の面から、木ベースに接着剤を使用せず固定はビスで行いガスが出ないような仕上げをするといったことから始めるなど、いきなりVOCゼロの素材だけで造作を作ることを目指すのではなく、段階的に減らしていくのがよいのではないか。

また、共催者からはVOC対策に関するコストや、特別展同士の造作物の流用について意見が出された。

共催者B：新たな素材で試作する場合コストがかかることが予想されるが、その分が特別展の予算にかかってくることはあるか。また、スケジュールの問題として試作のために通常よりも設計・施工の期間を長くとる必要があるか。

川畑：現状どの程度コストがかかるのかは素材の選定が進まないと算出が難しい。予算やスケジュールの範囲内でどこまでできるかを相談しながら、できるところは進めていきたい。

共催者A：特別展でいかにゴミを出さないかは重要。造作を再利用可能なパーツにして繰り返し使う仕組みづくりを進めつつ、エコや経済面を重視して演出は犠牲にしていけるのかなど、全体としてのプライオリティをどこに置いて設計するのかを考える必要がある。我々としては、再利用可能なセットを用意して毎回分解して保管できるというのが、エコで経済的にも良いのではないかと思う。

川畑：主催メディアの異なる展覧会同士での仮設ケースや造作の流用は可能か。例えば、大きな造作物を複数の展覧会で繰り返し流用した後に廃棄になった場合、作成したメディアとは別のメディアが廃棄料を支払うケースも予想される。

共催者A：流用できるものはなるべく流用して経費を抑えたい。しかしデザイナーや造作会社、メディアが異なる場合は交渉が必要となる。そういう意味でも館に組み立てられる基本のセットのようなものがあって使いまわせるのが、考えとしては整理しやすいのではないか。

第1回の研究会では、皆、VOC 対策の重要性は認識したものの、何から始めるのがよいのか、またコストやスケジュールはどのように考えていけばよいのか、という点について、それぞれの立場から率直な議論を行った。これまでの造作に対する考え方を变えることへの不安やとまどいの雰囲気もあったが、まずは九博でテストを行い安全な素材を探していくこと、造作の中でも表面積の大きい壁から考えていくこと、現状の予算やスケジュールをできるだけ変えずに VOC 対策の優先度をあげていくこと、そして造作物を特別展同士で流用してコストや廃棄物を減らしていくなどの今後の方向性を確認した。

〈第2回〉

テーマ VOC の少ない素材と施工アイデア①

- ・2024年5月のMET来訪（報告）
- ・VOC の少ない素材に関する情報（報告）
- ・琉球展をケースとした VOC 対策（議論）

●日時：2024年6月13日（水） 午前10時～12時

●会場：九州国立博物館 研修室

●出席者（九博以外）：NHK 福岡放送局、NHK エンタープライズ九州、西日本新聞イベントサービス、西日本新聞社、読売新聞西部本社、（株）アム・トゥーワン、（有）ケイ・ネットワーク、（株）ハダ工芸社

第2回では、まず、木川より2024年5月のメトロポリタン美術館（MET）職員3名の来訪について報告を行った⁶⁾。また、MET では素材の選定方法としてオディテスト（試料を銀や鉛、銅とともに密閉し、金属片の腐食から文化財に影響を与える物質の発生を見るテスト方法）を採用しているが、日本ではおもにパッシブインジケータ（有機酸用およびアンモニア用のみ）を採用していること。今後は金属を使用したエコチェッカーなどによる評価も検討していることなどを述べた。続いて、和泉田より造作会社から提供された素材のサンプルのテスト方法ならびに結果について報告した（テスト方法の詳細・結果は和泉田別稿を参照のこと）。

後半では、過去に実施した特別展「琉球」（九州国立博物館、2022年）の図面をもとに、いま VOC 対策を考えて再設計するならばどのようにできるか、という議論を行った。これは第1回の後に「お題があった方が施工方法のアイデアを考えやすい」との意見が造作会社から出たことによる。そこで第2回の前に九博側で、過去の琉球展をもとに、造作物の中でも製作頻度が高く、かつ表面積の大きな①重量物ステージ、②削り込みや凹凸のある壁、③壁付ケース内で作品を架ける箱壁、の3つをお題に選び、造作会社に提示した。

琉球展の図面上の以下3点の造作の VOC 対策案について、各造作会社よりプレゼンテーションをいただいた。



図4 第2回研究会の様子

- ① 鐘（露出）、重量物ステージ（図5）
- ② 単体ケース背後の削り込み、凹凸のある壁（図6）
- ③ 壁付ケース内に入れた箱壁（バックパネル・作品も架ける）（図7）



図5 重量物ステージ



図6 単体ケースの背後の壁



図7 壁付ケース内に入れた箱壁

●造作会社Aによる案

- ① 鐘は重量1t弱あることから、木工を金属に変更する。金枠やアルミ素材などが考えられる。表面はベルビアンカッティングシートなどが考えられるが、粘着剤からの放散が懸念となる。
- ② ①同様金属素材で、表面はアルミ貼り合板などを使用する。定尺で作って使いまわしも有効か。
- ③ 金属フレームを使用する。作り方は木工パネルと同じ考え方。ピクチャーレールを付けておく必要はある。アルミ素材は木工と同じ機械で加工できるため使いやすい。

基本的に合板の使用を避け、金属素材、加工の容易なアルミ材などを基材とする案を示された。文化財に直接接する表面の仕上げにカッティングシートなども提案されたが、粘着剤についての懸念にも触れられた。

続いて、造作会社Bによる案をうかがった。

●造作会社Bによる案

〈基本壁について〉

壁については、塩ビのプラットウォールを使用し仕上げはシート貼り。または人工木材角材と面はアルポリ（アルミ複合版）とし、仕上げはシート貼り。またはバリテック貼り木角材にアルポリ、面はシート貼りとする。

- ① 台は木工とし、メラミン化粧板貼り。または人工木材とアルポリ、シート仕上げ。またはバリテック貼り木角材とアルポリ、シート仕上げとする。
- ② ①と同じ。
- ③ バックパネルは、人工木材角材またはバリテック貼り木角材に、アルポリ、表面はシート貼りとする。

VOC放出の比較的少ないと考えられる人工木材や、バリテック貼りを施した木材を基材とし、表面をシート等で仕上げる案を示された。

続いて、造作会社 C による案をうかがった。

●造作会社 C による案

〈基本的な壁の作り方に対する 2 案〉

A 案：ブロック状のものを積み上げ造作壁にできないか。ブロックは900mm 角で、材料は人工木材またはテストをクリアしたものとする。表面はメラミン化粧板やシートなどとし、サインは、直接 CP サインを貼るかバナーを吊るす。

B 案：丸いウェイトに金属の柱を立て、横に丸パイプを渡し、布をかけて面を構成する。布に印刷することも可能。

※ A 案、B 案いずれも収納性、汎用性を考えている。

- ① 基礎と仕上げで分けて考える必要がある。躯体（台）はアルミなどが使用できる。周りの面をどうするか、経師のような美しいものが作れるかが課題。金物のフレームで基礎を作り、ベルビアンやシートで仕上げ。その周りの結界は強度がいらないので「One fabrica」（アルミ製のフレームに伸縮性のあるファブリックをかぶせた構造物）が使えないか。結界は高さ150mm の半割れのドーナツ状のものを作品を置いた後にはめ込む。
- ② 直接作品を架ける壁ではないので、One fabrica を用いて壁を作る。アルミの枠組みは汎用性のあるパターンのパーツを作っておいて繋げることも可能。枠組を包む布は都度作るか、決まった大きさのものを繋げることも可能。
- ③ 壁に作品を固定する場合には、展示に合わせて作る必要がある。全体として、基礎となる躯体部分と仕上げが悩ましい部分。躯体は金物で大きな構造物を作っていくことは比較的容易いが、面をどういう風なもので作り、経師で仕上げているような美しいものに持っていけるかが大きなポイントだろうと思う。その組み合わせを今後考えていかなければいけないと思う。



図 8 One fabrica の例

壁はブロック状のもので構造体を作る案、また強度の必要のない壁は布を用いる案などが示された。造作会社 C が最後に述べられたように、3 社の案からは、ステージ、壁にしても、基礎となる躯体部分と仕上げが悩ましい部分であることがあらためてわかり、逆にこの部分を解決する素材・工法のパターンがみつければ、その応用で造作全体の VOC 対策も見えてくるのではないかという道筋も認識できたところであった。

また、他館の壁付ケース内の仕切りなど参考になる事例について望月から報告を行った。

望月：壁付ケース内では、空間を仕切るために造作壁（合板製）を用いてきたが、布を使用してはどうか。他館でピクチャーレールを使って布で仕切っている例を見た。保管時は巻いて小さくできるためスペースを取らず、保管スペースの削減につながると思う。



図 9 他館の例を参考に九博で作成した壁付ケース内仕切り

その他、共催者からは以下のようなコメントが出された。

共催者 A：これを機会に環境にも財布にも優しい素材を作って活用する考えにシフトできればと思う。九博の特別展示室は可動壁がないため、他館のようなブロック壁などを活用できないか。また、九州では木工に経師貼りが主流だが東京では布がメインのところもあるので、今までなぜそれができなかったのか再考する必要がある。巡回展の際、先行館で作ったものを作り直す必要がないように連携するなど、全体的に考える必要があると思う。

川畑：木工が主流だった理由は？

共催者 A：リースパネルに経師貼りが主流で、リースパネルに布貼りは難しいという経験をしてきた。施工会社さん側に理由があるか？

九博 A：経師貼りの方が安いからではないか。

共催者 B：安いのと作業に慣れた職人が既に多数いる。布の場合はほつれないように加工したり、ジョイント CT をはめながら広げたりする必要があるので、そこが大変だと言われている理由ではないか。

共催者 B：ストックしていくという考えになるかと思うが、最初の展覧会の方がたくさん購入していくのか？九博として共通で使えるような素材の購入を検討いただけるのか。

川畑：まだそこまで見えていないところではあるが、もし壁や必ず使うもの、汎用展示台の範囲に入るようなものは、それに代わるものということで、値段にもよるが検討したいと思っている。

第2回では、造作会社や館内からも集めた素材のテスト結果報告と、琉球展を例にした VOC 対策造作について、造作会社に提案をお願いした。大変興味深い提案をいただいたものの、この時点はまだ使える素材についての情報が不足しており、実施の可能性については答えを出せなかったように思う。また、この回では他館での例や、そもそもなぜ九州で木工造作が主流になったのかなど、の話題も出た。良い素材がなかなか容易には見つかりそうにない中、引き続き素材探しと施工アイデアを検討していくことになった。

〈第3回〉

テーマ VOC の少ない素材と施工アイデア②

- ・展示室における VOC の具体的な影響について（なぜ対策が必要か）〈再〉
- ・見直しの進め方について（議論）〈再〉
- ・VOC の少ない素材に関する情報（報告）
- ・VOC の少ない素材で作る天板の試作〈報告〉

●日時：2024年8月23日（金） 午前10時～12時

●会場：九州国立博物館 第1会議室

●出席者（九博以外）：RKB 毎日放送、NHK エンタープライズ九州、西日本新聞イベントサービス、西日本新聞社、読売新聞西部本社、（株）アム・トゥーワン、（有）ケイ・ネットワーク、（株）ハダ工芸社

第3回より出席者が増え、初めて研究会に出る方も多かったため、あらためて木川より、揮発性化学物質とその影響について説明を行った。(※第1回目と同様の内容)。また、展示ケースの素材に関するメトロポリタン美術館研究員が執筆した資料を配布し、これらを参考に日本でどのような材料が使用できるか模索していく方針を示した。

続いて川畑より、特別展造作の VOC 対策について、第1回、第2回の研究会での検討内容を踏まえ、見直しの進め方を説明した。また「はにわ」展開幕(2025年1月)までには十分な造作素材の検討、新規素材の選抜が間に合わないため、「はにわ」展は従来の木工造作をベースにし、バリテック貼りなどで対応する方針を説明した。

続いて、和泉田より館内外から提供された素材のサンプルのテスト方法ならびに結果について報告した。詳細は和泉田の別稿を参照いただきたいが、研究会での議論の中で話題に出た素材の結果のみこちらにも記す。



図10 サンモジュール

- ・サンモジュール(図10): MET のオディテストで成績がよかった硬質ポリウレタン(OBO-Werke)に似た、国内で入手可能な素材。展示室・ケース内で使用可。(サンモジュールはピン打ち可で、様々な密度の製品があり木材と同様に加工しやすい)
- ・デュラウッド: 展示室・ケース内で可
- ・アルミ複合板: 展示室内で使用可だが、アンモニア・ホルムアルデヒドが検出されるためケース内では不可。
- ・木工にメラミン化粧板貼: 有機酸は抑えられるが、アンモニアは若干検出される。

(サンモジュール、デュラウッド、アルミ複合板、メラミン化粧板貼について)

造作会社A: サンモジュールは、(強度もありそうなので)角材としても使えるか? サンモジュールは高価であり、合板にバリテックを貼るだけでも問題ないのであれば、そちらの方がコストはかなり安くなる。

造作会社B: サンモジュールなどの素材の強度はどうか、荷重をかけた時にどのような壊れ方をするかは疑問。

九博A: サンモジュールをリースパネルのように造作壁に使用することはできないか?

造作会社A: サイズ的に厳しいのではないかと。つぎはぎが多くなる。壁向きではない。

九博B: デュラウッドはピンの食いつきがよく軽い。成績もいいので何かに使用できないか。

九博A: パネルや題箋に使用することの多いアルミ複合板の成績が良くない。

九博A: 木工にメラミン化粧板を貼る方法についても、全面貼れば良好で、展示室内では使用可だが、滑り止めが必要。メラミン化粧板は、二次元的な曲面や階段状の面に貼ることもできる。

造作会社A: メラミン化粧板は最大2400×1200mmで、それ以上の大きさとする場合は繋ぐ必要がある。1枚では壁としては少し低いが、底上げをするか、繋ぎ目が目立たないデザインとするなどすれば使用できる。

この他に、サンモジュールやHDPEを使った汎用展示台用の天板の試作についても報告を行った。第3回では、素材候補のテスト結果が多く報告された。これまで問題ないと思っていた素材の結果が思わしくなかったり、VOC対策表示している製品もテストにパスしなかったりなど、あらためて素材探しの難しさを感じた。議論では、テスト結果を踏まえて、どのような造作に使えるか、使えないかなど具体的なアイデアを皆で話し合った。また合板に代わる有望素材である硬質ポリウレタン材（サンモジュール）を九博で購入し、それを造作会社に持ち帰っていただき加工具合を確認していただくことになった。

〈第4回〉

テーマ VOCの少ない素材と施工アイデア③

- ・素材候補のテスト結果について
- ・サンモジュールの加工結果について
- ・特集展示「モンゴル襲来の痕跡を探る」の造作について

●日時：2024年10月30日（水） 午後1時半～3時半

●会場：九州国立博物館 研修室

●出席者（九博以外）：RKB毎日放送、読売新聞西部本社、（株）アム・トゥーワン、（有）ケイ・ネットワーク、（株）ハダ工芸社

和泉田より、館内外から提供された素材サンプルのテスト方法ならびに結果について報告した（和泉田別稿を参照）。

また、合板に代わる素材の候補として、人工木材「サンモジュール」を加工した結果について、造作会社より報告があった。

造作会社A：サンモジュールの加工のしやすさは木に近い。細かい粉が出ず、割れにくく、ビスも効き、使い勝手はよい。しかし、厚みを削る作業は、刃を傷めることにもなるため困難。（※サンモジュールは規格の厚みが20mmまたは30mm）

造作会社B：木材より少し硬いがのこぎりでも加工でき、木工用の機械を用いても刃が欠けることなく加工できる。細く加工したり、ビスを打っても割れにくい。クロスを貼って天板を試作したところ、きれいに接着できた。



図11 第4回研究会の様子



図12 加工したサンモジュール

続いて、九博文化交流展示室で開催中の特集展示「モンゴル襲来の痕跡を探る」（図13）でのVOC対策について、展示設計を担当した造作会社より解説いただいた。

造作会社C：今回の特集展示は基本展示室の一部を区切る形であった。通常であれば木工造作を立てるが、VOC対策のため、および閉鎖的になることを避けるため、他の素材を検討した。天井か

ら吊るす方法も考えたが、天井が高く、施工時間からも困難と判断し、自立型のアルミ製のキューブトラス（図14）にストリングカーテンを掛け、閉鎖的になりすぎずに空間を区切る方法を採用した。

トラスには、従来のアルミトラスではなくキューブトラスを使用した。キューブトラスには300mm角と150mm角があり、今回は後者の長さ2743mmのものを4本使用した。キューブトラスの柱の間をスチールパイプでつなぎ、カーテンを掛けた。柱を自立させるためのウェイトボックスを付けたが、ここには木工と経師を使った。キューブトラスには穴が多く開いていて、見た目の好みが変わるため、ターポリンを巻き付け、両面テープで留めている。キューブトラスにはボルト穴が開いており、汎用的なボルトを用いて、好きなところでつなぐことができるうえ、強度が高くてたわみにくい。ストリングカーテンは、長さは3500～6000mmで様々な色があり、オーダーメイドで加工ができる。



図13 会場風景



図14

閉塞感や圧迫感を減らしながら VOC 対策も行う、ストリングカーテンを用いた展示を施工いただいた。また、しばしば用いられるアルミトラスではなくキューブトラスという製品を使用され、柱を自立させるための足元のボックス部分のみ木工・経師で製作された。

第4回では、合板に代わる素材として有望なサンモジュールの加工結果について報告いただいた。サンモジュールは自動車のモデリングの際の模型製作などに使われる素材であり、合板や木材と同じような使い勝手で使えることがわかった。ただ厚みを薄くする加工が難しいこと、コストがかかることなどが懸念となった。また、VOCを意識したキューブトラスとストリングカーテンを用いた展示プランは新しい試みであり、第1回でも確認した壁自体を減らしていくという方針にもつながるもので今後の可能性を感じた。

〈第5回〉

テーマ VOCの少ない素材と施工アイデア④

- ・ 素材候補のテスト結果について
- ・ 3階特別展示室の改修工事について（説明後、現地見学）

●日時：2024年12月20日（金） 午後1時半～3時半

●会場：九州国立博物館 研修室

●出席者（九博以外）：太宰府天満宮、RKB 毎日放送、読売新聞西部本社、（株）アム・トゥーワン、（有）ケイ・ネットワーク、（株）丹青社、（株）ハダ工芸社

冒頭、和泉田より館内外から提供された素材のサンプルのテスト方法ならびに結果について報告した（和泉田別稿を参照）。

また、以前のテストでも報告され、特別展示室の改修でも採用されているアルファティンバーシート（アルミ箔複合下貼りシート）（図15）について、造作でも使用できるかなど、この回では VOC 放散を押さえるシート、ならびに接着剤を中心に議論が行われた。

木川：アルファティンバーシートや紙 de サンド（アルミ箔複合下貼りシート）をでんぷん系の糊で貼った合板の台については、表面にクロスや経師を貼ることで展示台としても使用できるのでは？

造作会社 A：アルファティンバーシートや紙 de サンドは硬いが、糊で貼るのは難しくなかった。

九博 A：糊が乾くまで時間がかかるか、それによって工期は長くなるか？

造作会社 A：アルミで覆われているため糊は乾きにくく（通常は 1 日程度なの为数日かかる）、工期は長くなる。なお、シートが水を吸って伸びることはない。

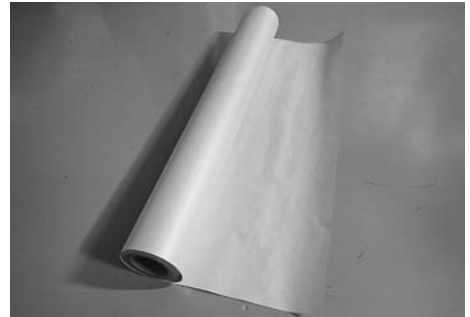


図15

続いて、3 階壁付ケースの改修工事について、おもに VOC 対策の内容について施工会社担当者より報告があった。

施工会社：工事の期間は2024年 6 月から12月までで、対象は全ての壁付ケース。ケース内装については、床・壁・天井の既存のクロスを撤去し、ガス放散を抑えるためのアルファティンバーシートを貼り、その上にクロスを貼った。シートやクロスの接着には、有害ガス抑制アクリル樹脂系接着剤（KP300）を使用した。



図16 改修後の特別展示室壁付ケース

その他、出席者からは以下の意見が出た。

造作会社 A：今回初参加であるが、木材以外の材料については検討しているか。

木川：合板以外のボードについては、メトロポリタン美術館は高密度ポリエチレン（HDPE）、およびオボモジュランという硬質ポリウレタン製の人工木材を使用している。オボモジュランは日本では入手困難だが、代替品としてサンモジュールという製品が販売されている。サンモジュールおよび国内で入手した HDPE については、テスト結果は良好であり、展示用にも使用できると考える。カーボンファイバーも使用できる可能性もあるが、高コストか。

造作会社 A：カーボンファイバーは高コストだが、将来値段が下がれば使用できるかもしれない。カーボンファイバーを使用したプロトタイプの値段を調べてみたい。

九博 A：カーボンファイバーは、軽量・加工しやすく、輸送時に梱包材として海外で使われたこともあるが、あまり普及してない。おそらく高コストであるため。

川畑：（造作会社 A に対して）施工経験が豊富でいらっしゃると思うが、低 VOC を考えたケースや展示台等の、他館での事例はご存じか？

造作会社 A：九博が最先端ではないか。全国的にはエアタイトケースがまだ主流である。九博で検討していることが、今後、全国に広がっていければ。

第5回では VOC 放散を抑えるシートについて、また接着剤、テープのテスト結果に注目が集まった。接着剤やテープは紙や布での仕上げの際に多く用いるため、安全な接着剤やテープを見つけることが仕上げの方法、デザイン検討の鍵にもなっていたからである。また、2024年12月に竣工した特別展示室の改修工事についても、施工会社より詳しく説明された。今回の工事では、壁付ケース内の VOC 対策ならびに LED 照明設置が大きな改修点であるが、何度も素材テストを行うなどの丹念な施工により、より安全性の高い展示空間を実現することができた。

まとめ

以上、特別展造作に関する VOC 対策研究会について、VOC に対する課題や目標、研究会の発意図や研究会での議論の一部を記した。まだまだ造作素材となりうる安全な素材が十分見つからないとは言い難い現状であるが、研究会の開催によって、皆で問題を認識し、これまでの造作を変える一步を踏み出したことには大きな意義があったと思う。

九州国立博物館では、引き続き共催者・造作会社・博物館、そして VOC 対策に関心を持っていらっしゃる方々と共同しながら、安全かつ有用な材料の選抜やそれを用いた展示空間デザイン、工法について研究、実践を行い、文化財や人体に安全な展示空間、ならびに持続可能な社会実現を意識した新しい特別展のあり方を提示していきたいと考える。

謝辞

特別展造作に関する VOC 研究会にご出席いただいた皆様、また造作素材サンプルをご提供いただいた皆様に、御礼申し上げます。またメトロポリタン美術館の Eric M. Breitung 氏、Jennifer Perry 氏、山崎雅信氏にも、貴重な知見を共有いただきご助言をいただきました。御礼申し上げます。

テスト用素材の一部は、JSPS 科研費基盤研究 (B) JP24K00168「博物館資料や包材から発生する有機酸、硫黄化合物等の放散量・影響調査と対策の検討」(研究代表者：木川りか)の研究費より購入いたしました。

- (1) VOC はアンモニアや硫黄化合物と並んで、重要な室内空気汚染物質であるが、本稿では室内空気汚染物質対策を VOC 対策と呼んでいる。
- (2) 東京文化財研究所「美術館・博物館のための空気清浄化の手引き(平成31年3月改訂版)」(2019年3月公開)
https://www.tobunken.go.jp/ccr/pub/190410aircleaning_guideline.pdf (2024年12月16日閲覧)、
秋山純子・由井和子・呂俊民「「美術館・博物館のための空気清浄化の手引き」に記載の“のぞましい値”について」『保存科学』63、155-165頁、東京文化財研究所、2023年。
- (3) 和泉田ら「博物館の展示収蔵空間における空気環境の管理と対策事例について」『東風西声』18号、87-96頁、九州国立博物館2023年3月等を参照。
- (4) Catherine H. Stephens, J.-F.de Laperouse, and Eric M. Breitung: Temporary and Permanent Display Case Guidelines Developed Through Interdepartmental Collaborations at The Metropolitan Museum of Art, Jour-

nal of the American Institute for Conservation, 08 Jul 2024他。

- (5) 厚生労働省「室内空气中化学物質の室内濃度指針値について」(2019年1月17日薬生発第117001号)を参照
https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=00tc3866&dataType=1&pageNo=1 (2024年12月16日閲覧)
人体への影響が顕著なアルデヒド類の指針値は、東京文化財研究所が呈した数値に反映されている。
- (6) 2024年5月にメトロポリタン美術館の研究者が来日し、仮設ケースに関する協議や、造作素材や加工方法に関する実地調査、彼らが素材を選定するために行っているオディテストの実演を行い、VOC対策についても意見交換を行った。

画像提供者

図8、図14：(株) アム・トゥーワン

図8、図14以外：九州国立博物館

(かわばた のりこ 当館学芸部企画課特別展室長)

(きがわ りか 当館博物館科学課長)

(もちづき のりふみ 当館学芸部企画課特別展室主任研究員)

(くわばら ゆずこ 当館学芸部企画課特別展室研究員)

(おりやま けいこ 当館学芸部企画課特別展室アソシエイトフェロー)

(わたなべ ひろき 当館博物館科学課環境保全室研究員)

(いずみた あやこ 当館博物館科学課環境保存室研究員)

(おくしま きこ 当館学芸部博物館科学課環境保全室アソシエイトフェロー)

(たかの かなで 当館学芸部企画課特別展室研究補佐員)

(しが れみな 当館学芸部企画課特別展室研究補佐員)