

Bizot Group

ビゾ・グリーン・プロトコル

最終アップデート: 2023 年 9 月

本プロトコルは下記の項目からなる。

- ・意思表示...p.1
- ・リニューアルの背景...p.1
- ・ビゾ・グリーンの基本理念...p.2
- ・ビゾ・グリーンのガイドライン...p.3

1. 意思表示

私たちは、美術館が気候変動と自然の非常事態に対して危機感を持ち、働き方や取り組みに変化をもたらす必要があると認識している。

ビゾ・グループは**ビゾ・グリーン・プロトコル**を通して以下の点を認める。

- 美術館は環境的に持続可能な方法で長期的なコレクション管理に取り組む必要がある。
- この転換は不可欠であり、美術館業務のすべてのレベルにおいて積極的・戦略的な関与が必要である。
- 「より環境に配慮した美術館活動の実践」は、体系的かつ集団的な努力と、「より環境に配慮した実践を第一に考える姿勢」を包括的に採択することによって実現される。「より環境に配慮した美術館活動の実践」は常に適用できるとは限らず、これまでの習慣という名目で破棄される可能性があり、これを採用しないことが暗に示される。その意味において、プロトコルとプロトコルに関連するハンドブックの方向性の主軸に据えられるのは、協働、信頼、互惠性といった要素である。

私たちのアプローチはエビデンスに基づくものであり、美術館業務（復元、修復科学、施設管理、警備、レジストラ、展示、サステナビリティ管理者）に携わる種々の専門家の各々の専門知識と実践、気候科学や IPCC 発表による国際的な報告書¹などによって形づくられている。

ビゾ・グリーン・プロトコルは基本理念、室内気候管理のためのガイドライン、さらにはエビデンス、共有されるべき実践やツールを紹介する複数のハンドブックで構成される。

私たちは最新の知識と技術的進歩を確実に取り入れ、ひいては美術館がもっともサステナブルな方法でその使命を果たせるためのサポートが提供できるよう、5 年ごとに活動を刷新する。

2. 2023 年リニューアルの背景

2014 年 11 月、ビゾ・グループは環境管理に関する基本理念と新基準からなる「**ビゾ・グリーン・プロトコル**」に合意した。その後、このプロトコルは複数の国立機関（イギリスの NMDC[博物館館長評議会]、アメリカの AAMD[美術館館長協会]、オーストラリア美術館館長評議会など）によって採択された。

¹ IPCC-気候変動に関する政府間パネル
<https://www.ipcc.ch/>

2022年12月、ビゾ・グループは美術館のさまざまな専門分野を代表する54名の専門家からなるワーキンググループを発足させ、ビゾ・グリーン・プロトコルの刷新に取り組むべく、必要な項目に応じてサブグループを編成した。新たなプロトコルは、知識、エビデンス、テクノロジー、意欲的な変化へのさらなるシフトを反映し、これまでのプロトコルに、より実行しやすい新たなハンドブックを追加することを目的としている。

リニューアルされたプロトコルには、Covid-19 パンデミックの際に成功裏に試された新たな実践を受け、輸送とバーチャルクーリエに関する文言が追記された他、科学的エビデンス、プロトコルを採用した美術館による証言、さらにはこの採択と実施を促進するためのガイドラインと実用的ツールを紹介する複数のハンドブックが加えられている。

3. 基本理念

美術館は、カーボンフットプリントの削減を視野に入れながら、主に作品の貸借要件、保管・展示条件、建物の設計と空調システムに関する方針と実践を見直すことが奨励される。美術館はコレクションの長期保全と、エネルギー使用量および二酸化炭素排出量の削減の必要性を両立させる手段を模索すべきである。

美術館は、そのコレクション、建物、ニーズにもっとも適した方法論と戦略を採用すべきであり、そのためには革新的なアプローチが望まれる。

もっとも重要なのは作品の管理である。そのためには：

- ・ 環境基準は特定のニーズに則した、よりインテリジェントなものにならない。画一的な条件を適用するのではなく、個々の作品や作品群が必要とする諸条件や、当該美術館の国・所在地の気候を考慮すべきである。
- ・ コレクションは必要に応じて、空調やその他エネルギーコストの高い解決法を求めない方法で管理されるべきである。パッシブな方法、メンテナンスが簡単なシンプルな技術、より低エネルギーの解決法などが検討されるべきである。
- ・ 環境管理に関しては、自然でサステナブルな方法を十分に検討し、採用すべきである。
- ・ 新しい建物を設計・建設する際、あるいは古い建物を改築する際、建築家やエンジニアは建物のカーボンフットプリントの削減を重要な目的にする方向性へと確実に導かれるべきである。
- ・ 展覧会のデザインと設営作業は廃棄物を最小限に抑え、可能な限りリサイクルを進めるべきである。

輸送は二酸化炭素排出に大きな影響を与える。²この影響を軽減するために、美術館は人や物の移動を計画する際に、「より環境に優しい選択肢を優先する」という原則、つまり低炭素な選択肢（海上輸送、道路輸送、鉄道輸送、バーチャルクーリエなど）を採用すべきである。より環境に優しい選択肢を放棄する前に、美術館はこの原則を以下に挙げる要素に則して慎重に検討すべきである。すなわちこの原則は、（美術館エコシステム全体が「より環境に優しい」実践へと移行するための）互惠性、協調性、プロフェッショナルなレベルでの信頼という概念に基づいているのである。

作品の長距離移動の将来の「望ましい選択肢」として、海上輸送、道路輸送、鉄道輸送をともに目指す取り

²ギャラリー気候連合(GCC) のベンチマーク調査および STiCH, Sarah Nunberg, Matthew Eckelman による報告書を参照のこと。
<https://stich.culturalheritage.org/life-cycle-assessment-of-museum-loans-and-exhibitions/>

組み

海上輸送、道路輸送、鉄道輸送が常に可能とは限らないが、美術館エコシステムがこれらの「より環境に優しい輸送方法」、または低炭素排出の選択肢に向かうよう、美術館は以下のステップを採択すべきである。

- 海上輸送、道路輸送、鉄道輸送が可能な場合、輸送業者にそれぞれの見積もりを計画的に依頼すること。
- 輸送業者に対し、明確な二酸化炭素排出量を記載した請求書の発行を計画的に依頼すること。³
- 輸送手段別の出来事や排出データを記録し、年間ベースでこれらを分析する。
- 貨物の混載を積極的に行うよう、作品輸送者に助言すること。
- 互惠性を推奨し、独占的な輸送や、「一番最後に荷積みし、一番最初に荷下ろしする」といった特別な条件を相手に課すことなく、また作品の貸与をフレキシブルなタイムスケジュールで考えることを推奨すること。

作品を移動させる際には、バーチャルクーリエが安全かつ実用的で「望ましい選択肢」であることを認識する

バーチャルクーリエが常に可能とは限らないが、美術館は輸送に際してのリスクを特定し、その緩和方法を考えるプロセスを通じて対面クーリエの必要性を低くし、リスクを緩和する方法が他にない場合にのみ、最終手段としてクーリエを派遣すべきである。美術館は以下のステップを、順を追って考慮しながら意思決定することが望ましい。

1. クーリエを採用しない想定
2. バーチャルクーリエ
3. ローカル(ブックエンド=それぞれの現地の)クーリエ
4. 共通のオンサイトクーリエ
5. オンサイトクーリエ

国際的な巡回展のパターンから脱却し、輸送による二酸化炭素総排出量を削減するために展覧会会期の延長に取り組む。カーボンフットプリント削減の一つの要因となるよう、展覧会の開催期間を長くすることを美術館同士で検討することが望まれる。

4. ビゾ・グリーン・ガイドライン

吸湿性物質を含む種類の作品(キャンバス画、織物、民族誌学資料など)の多くは、40-60%の範囲で安定した相対湿度(RH)と、16-25°Cの範囲で安定した温度を必要とし、この範囲内の変動は24時間あたり±10% RH 以下であることが望ましい。よりデリケートな作品については、素材、状態、来歴に従い、より厳密な RH 管理が必要となる。貸出しされる作品に適切な環境条件を確定するには、コンサバターの判断が必須である。

[翻訳:河野晴子]

³ 輸送業者から適切なデータ入手するための依頼文書の例文は、ハンドブック2を参照のこと。

Bizot Group

ハンドブック 1

ビゾ・グリーン・ガイドラインの採択

最終アップデート: 2023 年 9 月

ハンドブック 1 は、「**ビゾ・グリーン・プロトコル・リニューアル**」に付随するものである。美術館関係者がビゾ・グリーン・ガイドラインをスムーズに採択するためのエビデンス、ツール、ケーススタディを提供し、より広い意味においては、美術館が作品にとって安全な室内気候管理ソリューションを採用すること、さらには美術館がエネルギー消費と二酸化炭素排出削減を実現するための手助けとなることを目的としている。

目次

1. ビゾ・ガイドラインを採用している美術館一覧...p.1
2. ガイドラインを支える科学的データ...p.2
3. ミクロクリマ(微気候)概論...p.16
4. エネルギー効率...p.19
5. 環境管理に関する文献リスト...p.21
6. 共有される体験...p.22
7. 実用的なツール...p.23

1. ビゾ・ガイドラインを採用している美術館一覧

(更新予定)

- ・ニューサウスウェールズ州立美術館 (2014 年より)
- ・オンタリオ美術館 (AGO)
- ・チャトラパティ・シヴァージー・マハーラージ・ヴァツ・サングラハラヤ (CSMVS)
- ・グッゲンハイム美術館
- ・ルイジアナ近代美術館
- ・スコットランド国立美術館
- ・ナショナル・ギャラリー・シンガポール
- ・ヴィクトリア国立美術館
- ・ブタペスト国立西洋美術館
- ・カタルーニャ国立美術館
- ・ニューヨーク近代美術館
- ・M+
- ・オードロップゴー美術館
- ・アムステルダム国立美術館 (2022 年より)
- ・テート
- ・ヴィクトリア&アルバート博物館

2. ガイドラインを支える科学的データ

注:ハンドブック 1 のこの部分は、環境条件がコレクションに与える影響に関する科学的研究結果を要約するものであり、**ビゾ・グリーン・プロトコル**で定められる環境ガイドラインを実施するための実質的根拠を提供するものである。

なお、これは「コレクション管理環境イニシアティブ (*Managing Collection Environments Initiative*)」の視点に基づくものであり、文化遺産の分野で確立されている、より包括的な基準やガイドラインに取って代わるものではない。

ご意見は、mlukomski@getty.edu、または ccwinter@getty.edu まで。

概要

近年、美術館では脆弱な美術品を責任ある方法で保護するために館内環境を管理すると同時に、エネルギー使用量と二酸化炭素排出量を削減することが重要視されるようになってきている。美術館の建物とそのコレクションは一つのシステムとして捉えるべきであり、システムオペレーションのアルゴリズムに変化を加え、建物の密閉化、熱の増減を抑えるための断熱性の向上、換気量の最適化といった対策を講じることによって大幅なエネルギー削減が達成できるということが広く認知されるようになった。しかし、建物への介入は常に可能なわけではなく、温度と湿度のパラメーターの緩和もかなりのエネルギー削減をもたらすことが実証されている。

作品にとって許容可能な室内気候条件の範囲は、1990年代以降の研究により確立されている。概して、高い温度は化学的劣化を促進させ、これが高い相対湿度と組み合わせると、時間の経過とともにバイオアタック(病原体や生物毒素の放出)のリスクを増大させることがわかっている。実際の展示室の温度範囲は、人間にとっての快適さを考慮して大幅に制限されるものである。一方で、素材の湿度反応に関する研究では、美術館のコレクションはこれまで考えられていたよりも幅広く相対湿度の変動に耐えられることが明らかになっている。この研究結果はビゾ・グリーン・プロトコル(2015年)や、IIC(国際文化財保存科学学会)と ICOM-CC(国際博物館会議・保存修復部会)の共同宣言(2014年)に反映されている。

こうしたガイドラインが策定されたにもかかわらず、その実施に際してはこれまでいくつかの障壁があった。一つは、既存の科学的知見では温度と湿度変動がもたらすリスクが十分に説明されていないという考え方である。事実、こうした懸念は IIC と ICOM-CC の共同宣言の中で既に明確に表明されている：

「コレクションや素材にとって良いとされる環境要件は複雑であり、コンサバターおよび保存科学の専門家はこうした複雑な状況・状態を積極的に紐解き、説明しなくてはならない」。

本書は、これ以降に実施された科学的調査とモニタリングキャンペーンの成果を要約し、環境がコレクションにどのような影響をもたらすかという保存科学に基づく見地を理解するための概説を提供することを目的とする。また、美術館におけるサステナブルな室内気候管理戦略の開発を支える具体的な研究結果、ツール、方法にも焦点を当てる。なお、本書は包括的なガイドではなく、紹介されている情報の多くは ASHRAE 第 24 章、GCI ウェブサイト、CCI ウェブサイト、その他公的なリソースに掲載されている。

特筆すべき点は、本書で概説される情報やツールがリスク管理のアプローチの中で適用されなくてはならないということである。文化財や文化遺産コレクションにとってリスクとなり得ることを特定・評価し、優先順位をつけ、それらのリスクを最低限に抑えるための戦略を立てることが望まれる。室内気候に起因するリスクは他のリスクと関連づけて考慮されなければならない、多くの場合、コレクションにとって最大のリスクとなることはない。環境管理戦略を検討する際には、その経済的、環境的影響やアクセスの問題に加え、コレクションの耐

用年数と、美術館のミッションと合致する全体的な保存方針を考慮することが重要である。

環境がコレクションにもたらす影響

生物学的損傷

美術館の環境におけるカビの繁殖は収蔵品の芸術的・物理的完全性にとって大きな問題となる。カビは表皮、皮革、織物、紙、さらには木材、絵具、ガラスを分解および／または変色させる。カビが素材の表面で発芽・成長する原因は、温度が十分に高く、相対湿度が高い、または湿っていることである。カビの成長に関するもっとも包括的で保守的なデータは食品研究から得られたものである。相対湿度 60%という低い湿度でも微細なカビの発生が報告されているが(Ohtsuki, 1990 年／Strang, 2013 年)、これがどのような素材でも、どのような温度でも、カビの発生を防ぐための保守的な限界値の定義となっている。

カビの混合種を植えつけた素材の体系的な研究を行なった結果、カビの成長を観察するために必要な湿度、温度、時間の組み合わせが定義された。例えば、カビの影響を受けやすい素材では、70%RH では3ヵ月後、85%RH では1週間後にカビの成長が目視できるようになる。「危険な範囲」での安定したRHは、変動するRHより良いというわけではない。定期的な湿度の低下は、カビの成長時計をリセットさせる意味において有益な場合もある。

上記の条件は非常に保守的な数値である。その根拠となった実験的調査は、既にカビの胞子で汚染されている非常にデリケートな素材を対象としたものであった。しかし、美術館の収蔵品のほとんどはここまでカビの成長に影響されるものではない。高い湿度にさらされながらもカビの成長が見られなかったコレクションは数多くある(Maekawa, Beltran, Henry, 2015 年)。

結論: 室温で60RHという限界値は、カビ発生のリスクという意味においては完全に安全とみなすことができる。実際には湿度がかなり高くてもカビの繁殖はないと思われ、特に湿度が60RH以下に定期的に低下し、良い空気循環が維持され、定期的な点検と埃の除去が行われていればその心配はない。

害虫侵入も生物学的攻撃の一つとして挙げられる。害虫は特定の素材に損傷を与え、また美術館コレクションにとって極めて大きなダメージをもたらす可能性がある。害虫の侵入リスクと気候パラメーターとの関係性についての実験データは比較的少ないが、文化遺産コレクションに被害をもたらす害虫は15°C以下で動きが鈍くなり、飛翔しなくなるため、蔓延のリスクが制限されることがわかっている。また、害虫の卵や幼虫は脱水に弱いいため、相対湿度が低ければリスクは抑えられる。

結論: 中程度の湿度変動によって美術館コレクションへの害虫侵入リスクが高まることを示す研究はない。問題となるのは害虫の代謝を高め、繁殖サイクルを早める高い温度(特に高相対湿度における)である。

化学的損傷

化学的に不安定な過去の時代の素材の劣化は、美術館の収蔵品の機械的強度や芸術的価値を損なう原因となる。19世紀後半以降に芸術家がよく使用した素材——紙、写真素材、ゴム、種々のプラスチックなど——は特定の条件下で特に劣化しやすく、数十年以内に劣化することがある。有機物の急速な腐敗は主に酸の加水分解によって引き起こされるため、相対湿度が重要なパラメーターとなる。しかし、より問題となるのは温度である。温度がもたらす損傷のメカニズムは最初から酸性の素材に限られるものではなく、織物、紙、皮革など、特定の内部・外部汚染物質にさらされた後に酸性になる素材においても同様に見られる。また、大気汚染物質(硫酸化物や窒素酸化物、さらにはオゾンなどの自然物質)も素材の化学的劣化を促進させる。こうした影響は、欧州プロジェクト MEMORI で開発された計算機など、特定のツールを使って測定することができる(Grøntoft 他、2016年)。

酸性の加水分解速度は酸性度・温度・相対湿度の3つの要因からなるというのが共通見解である。温度と相対湿度が安定性の低い素材にもたらす腐敗の速度、つまり耐用年数を計算するためのモデルは、現在3つある。一つ目のモデルはイメージ永久保存協会(Image Permanence Institute)が、ほとんどのフィルム素材に含まれるポリマーである酢酸セルロースの化学的劣化の研究に基づき定義した保存指標である(Reilly、1995年)。二つ目のモデル(2000年にMichalski 開発)は紙、フィルム、染料の劣化データに基づくもので、安定性の低い有機物質のカテゴリーに幅広く適用できるものとされている。三つ目のモデル(Strlič 他、2015年)は紙に関するデータの検証から導き出されたもので、1850年以降の木材パルプベースの紙に適用できるものである。これらのモデルを使うことで、20°C、50RH という室内条件における素材の状態に相対して耐用年数が予測できる。3つのモデルで得られた結果は20%-60RHの間でごくわずかな差を示すに過ぎないので、いずれのモデルを使用してもこの範囲内で現実的な答えが得られる。

ビゾ・グリーン・プロトコルが算出する温度と湿度の範囲は以下の通りである:相対湿度を60RH、温度を20°Cに設定することにより、化学的に不安定な作品の耐用年数は室温20°C、50RHの場合の耐用年数に対して0.75に減少し、20°Cで40RHに設定すると1.35に増加する。温度に関してはより極端な結果が見られる。展示室を25°C、50RHに保つと耐用年数は半分(0.5)になり、16°C、50RHに保つと1.7に延びる。不測の事態や季節的変動を含む不安定な室内気候条件については、相対湿度に対する単純な線形従属をもって予測することができる。例えば、年間の半分が40RH、もう半分が60RHの場合、有効な年間相対湿度は平均値の50RHである。一方、温度依存性は直線的とは言い難く、平均値に頼ることはできない。不安定な温度条件の場合は、前述した3つのモデルのうちもっとも適しているもの、またはHERIE(Kozłowski 他、2019年)などのツールを使って正確に計算することが推奨される。

低い温度の場合、あらゆる化学反応の速度が低下する。しかし相対湿度については、いくつかの標本や遺物に関していえば、超えてはならない臨界値がある。鉱物の中には特定の相対湿度において水和・脱水・熔融が引き起こされるものがある。こうした鉱物が多孔質の石や腐食した金属、または博物標本の一部である場合、作品の分解が引き起こされる。自然史コレクションに含まれる多くの鉱物については特定の臨界相対湿度値がわかっている(Waller、2013年)。美術館コレクションに含まれる金属、とりわけ青銅器は腐食の化学的性質が複雑で、複数の臨界相対湿度値が設定されている。金属製品にとっての普遍的に安全な湿度範囲は設定されていないが、相対湿度は低く保つ方が良いとされる。75RHを超えると腐食が急速に加速し、その結果深刻な損傷に至ることが予想されるという研究もある。ガラス製品もまた湿度に敏感で、不安定

なガラスは溶融しやすい物質を含んでいる場合がある。このようなコレクションの場合には、40RH の安定した状態が推奨される(Koob 他、2018 年)。

結論:

気温と相対湿度はともに美術館の収蔵品の化学的劣化に関与しており、通常これらのパラメーターの値は、その変動よりも重要である。温度の上昇がすべての化学的反応とその結果としての劣化プロセスを早める一方で、相対湿度は作品にとってより複雑な影響を及ぼす。美術館コレクションの中には特定の相対湿度条件を必要とする作品がある。従って、コレクションの中でデリケートな作品を特定し、最適な条件の部屋に戦略的に収める整理方法が望まれる。より小さな作品に関しては、相対湿度の調整が利く小型の容れ物や陳列ケースなど、微気候ソリューションに頼ることもできる。

化学的に不安定な作品の耐用年数に与える影響に関していえば、40-60RH の範囲内の湿度変化は温度変化に比べて取るに足らないものである。ビゾ・グリーン・プロトコルが提案する温度範囲は比較的狭く、人間にとっての快適さによって決定づけられるものだが、化学的に不安定な素材で作られた作品にとって展示室の温度設定は重要である。化学的に不安定な作品は 5°C 温度が下がるごとに耐用年数が 2 倍に延びるとというのが、低い温度の利点と実用的な経験則である。

機械的損傷

美術館の収蔵品の機械的損傷は、低いまたは変動する温度と相対湿度によって生じる。室内気候の変動にもっとも敏感なのは、木、紙、皮革、羊皮紙などの吸湿性素材や、膠、絵具、酢酸セルロースなどの装飾面を構成する素材である。こうした素材は、板絵、家具類、彫刻、装飾品など、美術館コレクションによく見られる貴重な遺物に用いられている。展示室や保管スペースにおける環境管理が非常に厳しいのは、大抵こうした収蔵品を物理的変化から守りたいという意思があるからである。室内気候に起因する収蔵品の損傷は、水蒸気の吸着と解離による素材の寸法変化(膨張と収縮)が抑制されたときに起きる。作品の一部は、硬く、動かない別の構成要素によって完全に抑制される場合(例:硬いフレーム内のパネル)／膨張係数の異なる構成要素と繋がっているときに部分的に抑制される場合(例:木製の支持体上の絵具層)／異なる方向(木材の場合、半径方向、接線方向、縦方向)で膨張係数が異なる場合、または体積にわたって水分・温度勾配がある場合(例:厚みのある木製彫刻)に自己抑制される場合がある。抑制された膨張や収縮は、素材の内部に応力を発生させ、その応力が臨界レベルを超えると素材は永久に変形したり、亀裂が生じたりする。また、複合素材の場合は層間剥離が起きることもある。

機械的損傷のリスクは温度と相対湿度の変動の大きさだけでなく、そのレベルにも左右される。なぜなら、素材の特性は温度と湿度のレベルによって異なるからである。素材は低温度・低相対湿度では許容ひずみが小さい「ガラス状」の状態を示すが、高温度・高相対湿度では許容ひずみが大きい「ゴム状」の状態になる。美術館の収蔵品によく見られる膠類(ジェツソ、ドーサ引き[サイジング]、ゼラチン)は、高い相対湿度(>75%RH)や高い温度(>35°C)では、「ガラス状」(硬くて強い)から「ゴム状」(弱くて粘着性がある)へと変化する(Karpowicz、1989 年/Krzemien 他、2016 年/Mecklenburg、1991 年/Michalski、1991 年/Bridarolli

他、2022 年)。これらの素材はゴムのような状態では変形しやすく、室温で中程度の相対湿度にあるよりもはるかに壊れにくい。ほとんどの絵具は 10-0°Cの室温よりも低い温度でガラス状への変化を見せる(Hartin 他、2017 年/ Mecklenburg and Tumosa, 1991 年)。絵具は室温では「ゴム状」(柔らかいが強い)であり、低い温度では脆く、壊れやすくなる。一方、木は 75%RH を超えるとより簡単に変形し、中湿度または低湿度に戻る際に抑えられると(例えば、キャビネットの繋ぎ目として)亀裂が生じる可能性がある。

室内気候に起因する物理的損傷のリスクに関して考慮すべきもう一つの要素は、温度と湿度の変化率である。素材が温度や水蒸気と交わった際の寸法変化は瞬間的に起きるものではない。素材の水分拡散はその種類、密度/多孔度、含水率、周囲を空気が移動する速度に左右される。また、温度にも強く影響される。温度の増減によってそれぞれ水分拡散が増加、減少する。また、作品の形や大きさも反応の時間の長さを理解する上で極めて重要である。厚みと重さのある作品は、同じ素材で作られた厚みのない作品よりも、空気中の相対湿度の変化に対する反応が遅い。表面からの一定の深さでは同じ速度で反応するが、厚みのある作品ほど周囲の空気との水分平衡に達するまでに時間がかかる。さらに、水蒸気透過性の低い層でコーティングされた作品は、コーティングされていない作品よりも周囲の空気との水蒸気交換速度が遅くなり、従って相対湿度の変化の影響を受けにくくなる。

RH の速い変化は遅い変化よりも強い内部水分勾配、さらには高い応力を引き起こす。次に、同じ規模のゆっくりとした RH 変動は作品の全体的な寸法により大きな影響を及ぼす。外部から抑制された場合、より高い損傷リスクを引き起こし、最大の寸法変化の「平衡」でその最大値を達成する。その結果、最悪の条件は RH 変化率に関係なくもたらされる可能性があり、よって損傷リスクを決定するのは RH 変化の規模であり変化率ではないといえる。

この時点でさらに明確にしておくべき点がある。アクリル絵具や油絵具など過去の時代の素材の破損時のひずみは、ひずみ速度が大きくなるにつれ減少することが知られている(Hagan, 2017 年などを参照)。このためデリケートなコレクションに関しては、温度と湿度の長期的(季節的)変動を考慮することがある。一方、Hagan の研究によると、例えば 1 時間で±10%ほどの「速い」室内気候の変化は、鉛白油絵具の 1 日で生じる変化と比べ破損時のひずみが 20%というわずかな減少しかもたらさない。亜鉛白油絵具はより展延性があるが、その場合の変化はより大きく、約 40%減少する。しかし、脆く、展延性のない素材においてはより物理的損傷が起こりやすく、これが美術館の環境管理を決定づける。

最後に、保存修復関連の文献を見渡しても、**ビゾ・グリーン・プロトコル**が指定する範囲内の急速な RH 変動による損傷が実証されたケースは、ケーススタディやコレクションの観察としてしっかりと記録されていない。このような実証があれば、将来的にはビゾの声明によるところの「素材、状態、来歴に応じて、特別に厳格な RH 管理を必要とする美術品」に当てはまる例外的な収蔵品の選定が容易になるであろう。

すべての素材は温度に変化に対して寸法反応を示す。しかし、ほとんどの吸湿性材料において熱伝導率は水蒸気の熱伝導率よりも数桁高く、温度変動による寸法変化は相対湿度変動による寸法変化よりもはるかに小さい。従って、実際の展示環境において発生する適度な温度変動に対する反応は瞬間的に起きるものであり、また熱による寸法変化に関するリスクはごくわずかなものとして捉えるべきである。

影響を受けやすい美術館収蔵品の物理的損傷リスクのアセスメントのための最初のモデルは、1990 年代初

頭に開発されたものである。これは画材の現実的な機械的特性を基準に、作品の素材が一様に抑制されていると仮定している (Erhardt and Mecklenburg, 1994 年 / Erlebacher 他, 1992 年 / Mecklenburg and Tumosa, 1991 年 / Mecklenburg, 2005 年 / Mecklenburg, Tumosa, and Erhardt, 1998 年 / Michalski, 1991 年 / 1993 年)。50RH 前後での約 15RH の変動は素材の弾性限界の範囲内であり、安全とみなされるという結果が示されている。厚みのある木製の作品(木製彫刻)(Jakiela, Bratasz, and Kozlowski, 2008 年 / Soboń and Bratasz, 2022 年)、塗装剥離 (Tantideeravit 他, 2013 年)、そして古い織物 (Bratasz 他, 2015 年)、それぞれのための有限要素モデリングもまた同様の安全な RH 範囲を示している。これら最後に挙げた 3 種の作品に関しては、周期的に繰り返される環境負荷の影響を分析している。

これらのモデルをさらに精査し、水に敏感な素材を含む複合構造の作品の反応を数値化するために、過去 10 年間に数多くの研究が行われてきた。既存モデルに対する主な批判は、機械的試験を行うには小さすぎる歴史的に古い素材のサンプルの代わりに過去の素材そのものではなく、それに似せたモックアップの素材特性を用いていることに向けられている。こうした問題に対処するため、ゲティ保存修復研究所では特にラボや修復スタジオでは複製しにくい、歴史的な絵具のマイクロメカニカル特性に焦点を当てた体系的な研究プログラムを開始している (Łukomski, Bridarolli, and Fujisawa, 2022 年)。さらに、破損モデリングを用いて室内気候に起因する木材の損傷 (Luimes and Suiker, 2021 年 / Konopka and Kaliske, 2022 年) や、湿気に起因する絵具層の亀裂発生 (Bosco, Suiker, and Fleck, 2021 年) が解析されている。後者は金属炭酸塩 (metal soap) 形成によって劣化した絵具についての解析を含む (Eumelen 他, 2012 年)。最近では、欧州の「コレクション管理」プロジェクトの枠内で、キャンバス画の実物大の 3D FEM モデルが開発され、乾燥下における絵画の応力の空間分布や、素材の異なる層の組成間での亀裂形成の可能性が解析されている (Janas 他, 2022 年 / Lee 他, 2022 年)。

これまでのモデルはすべて、室内気候に起因する損傷リスクが作品の保存状態のみならず、作品を構成するさまざまな材料や要素の残留応力 (安定した室内気候条件においても存在し得る) にも左右されることを示している。最近、Bratasz と Vaziri Sereshk (2018 年) が実証したのは、絵画の場合、完全に発達したクラクチュール (細かいひび割れ) は湿度変化に対する絵具層の感受性を低下させることということである。また、膠 (キャンバスのサイジング [ドーサ引き]、家具の接合部のみならず、絵具層にも用いられる) における残留応力の重要性はよく知られているが、それらが亀裂のプロセスにもたらす影響を数値化するにはさらなる研究が必要である。現在は、ゲティ保存修復研究所を含むさまざまな研究グループが調査を行っている。

要約すると、より詳細なデータとより複雑なモデルを用いた過去 10 年間の研究により、さまざまなタイプの文化遺産の物理的損傷を引き起こす破損メカニズムや臨界条件が明らかになってきている。美術館収蔵品は $\pm 10RH$ の変動には耐えられるが、 $\pm 20RH$ を超える変動は破損のリスクを急速に高めるとというのが一般的な見解である。

室内気候に起因する損傷リスクを数値化する機械的モデルは、適切な種類の作品 (歴史的遺物・モックアップ作品ともに) を観察することによって広く検証されてきた。しかし、特定のコレクションや具体的な素材への適用に疑問がある場合は、「実証された変動 (proofed fluctuation)」の概念を用いてさらに情報を得た上で、室内気候管理の戦略を選択すると良い。これはつまり、作品を構成する素材が抑制されており、それが既に過度の変動によって破損している場合、それ以上の破損は過去の (つまり「実証された」) 変動を超えるまで起きないという観察に基づいている (Michalski, 2014 年 / 1993 年 / 2013 年)。従って、長期間保存された

環境に「順応している」作品にとっての安全な湿度範囲は過去の最大の RH 変動によって決定される。変動がこれまでの室内気候の履歴を超えない限り、既に蓄積されている以上の物理的損傷のリスクは極めて低いことが一般的に認められている (Michalski, 2014 年)。

「実証された変動」の概念は歴史的遺物に関する多くの観察や研究によって立証されており、単なる理論的仮説以上のものであるといえる。例えば、Strojecki 他 (2014 年) が行ったアコースティック・エミッション (AE) 測定キャンペーンでは、既に目視できる亀裂が生じていた 18 世紀の木製の衣装ケースは、不安定な室内気候 (短期 20%-65%RH、30 日平均 30%-50%RH) のもとでは微視的なレベルの損傷の増加しか示さなかった。同様の結果は、ゲティ保存修復研究所の「コレクション管理環境イニシアティブ (Managing Collection Environments Initiative)」が実施した実験プログラムでも得られている (Łukomski 他、2018 年)。次第に大きくなる湿度変動にさらされた作品 (以前は管理されていない環境に保管されていたもの) を観察したところ、AE 反応が認められなかったとは、「実証された変動」の概念を明確に支持する結果である。新しく作られたパネルが 20%RH に置かれたときに永久変形を起こし、その後 20%RH に置かれても変形が増大しなかったことは、この概念のさらなる実証であるといえる。アムステルダム国立美術館の研究者やコンサバターによって重要なエビデンスが得られている。van Duin の研究 (2013 年) によれば、20-30RH の湿度によって損傷 (17 世紀の寄木細工のキャビネット表面上の髪の毛のような新しい亀裂) が記録されたが、これは例外的なことであるとも述べている。修復作業が行われる工房にあるほとんどの家具はこのような乾燥条件下でも被害を受けず、穏やかな天候下ではいかなる損傷も観察されなかった。Oreszzy, Cassar, Fernandez (1994 年) によれば、「改善された」室内気候管理がある歴史的邸宅のコレクションとそうでない邸宅のコレクションを比較しても、目に見える損傷の差はなかった。

美術館の室内気候管理を設計する上で、「実証された変動」の概念が示唆することは極めて重要である。美術品の多くは室内気候が管理された美術館という建物に入る前に既に自然の気候にさらされ、その影響を受けている。このような作品の場合、それまでのパターンの履歴を超えて室内気候管理を改善することは、機械的なリスクがあるからといって安易に判断することはできない。例外的に扱われるのは、新しい作品、または最近復元された作品、これまで幅広い室内気候変動にさらされていなかった作品、あるいは非常に厳密に管理された室内気候条件下でも損傷の進行が観察される作品である。

結論: 多くの場合、美術館における温湿度変動の厳格な管理は、室内気候に起因する美術品への物理的損傷を避けたいという意思によって決定づけられる。しかし、過去 30 年にわたって行われた科学的研究の結果、デリケートな美術館収蔵品は $\pm 10RH$ の変動には耐え得る一方、 $\pm 20RH$ を超える変動は損傷リスクを急速に高めるという結論が得られている。実際の展示環境で発生する中程度の温度変動がコレクションに物理的損傷を与えるリスクはごくわずかである。コレクションのための室内気候管理のレベルに関する現実的な判断は「実証された変動 (proofed fluctuation)」の概念に従い決定することもできる。しかし、このためにはこれまでの室内気候の履歴に関する知識と、作品がこの室内気候に順応しているかどうかを確認する必要がある。特に損傷を受けやすい作品、室内気候の履歴が不明な作品、室内気候変動にさらされたことのない修復された作品について、損傷の進行を観察する必要がある場合もある。

室内気候に起因する美術品の物理的変化のモニタリング

上述したように、物理的損傷のリスクがある美術館コレクションのための室内気候の仕様に関して遺産科学は二つの総体的アプローチを展開してきた。一つは相対湿度や温度の変動に対する作品や素材の物理的反応の分析に基づくものであり、もう一つは作品が「順応」したこれまでの室内気候の履歴の分析に基づくものである。未知、または研究が不十分な素材で作られた作品、あるいは作品が順応できているかどうかの判断がつかないような歴史が浅い、または不明な作品の場合、これら二つのアプローチでの予測には限界がある。しかし高感度な、作品に負担をかけない技術でコレクションの保存状態を観察すれば、許容できないほどの変化が認められる前に、このような作品を含むコレクションに対する室内気候条件を緩和するような戦略を立てることができるだろう。

もともと安価で、手軽に用いることができるモニタリング技術は写真撮影である。作品の表面の変化の比較はもちろんのこと、カメラの位置が適切であれば、作品の全体的な変形も比較することができる。マクロ撮影を行えば細部(亀裂の先端や絵具の剥がれなど)に焦点を当てることができ、またタイムラプス撮影を行えば亀裂や変形の進行を追跡することができる。写真撮影は展示室や保管室で日常的に行うことができる。ただし欠点は撮影時の条件(カメラの位置、距離、光)を再現するのが難しいことである。また、タイムラプス撮影を行うにはカメラと照明を固定する必要があり、多くの目的に適用できない可能性もある。写真撮影を通して作品の詳細な形状を捉えることもできるが(写真測量)、このような測定には3D スキャニングの方が効率的な場合もある。特に最近では構造化光スキャナーの価格が著しく安くなったこともあり、多くの美術館がこれを所有している。手持ち型スキャナーによる測定(特に作品すべてではなく、必要な形状だけを捉える場合の測定)は数分で行うことができ、1ミリ以上の点測定精度が期待できる。こうした測定を一定の間隔で繰り返すことで、作品やその一部分の永久変形を捉えることができる。写真撮影と3D スキャナーの測定結果は一定間隔で得られるものだが、この間隔を短くする場合には多大な労力が必要となり、その行為自体も作品に介入する可能性がある。室内気候に起因する変形のモニタリングには、抵抗フォイルを用いたひずみゲージやファイバーブラッググレーティング(FBG)を使用することもできる。こうしたデバイスは表面の変形をリアルタイムで連続的に測定することができる。ひずみゲージの感度は非常に高く、室内気候変動に対する作品の反応を追跡することができるが、ひずみゲージは作品の表面に取りつける必要があり、情報はゲージと作品の接触点からしか得られない。永久変形を効果的に評価するには複数のセンサーが必要となり、実際には非常に難しい作業だといえる。

コレクションをモニタリングする上で特に興味深いのは、素材の構造的欠陥を検出することができるフルフィールド(全面的)な測定技術である。そのような技術の一つにサーモグラフィが挙げられる。サーモグラフィは高速で作品に負担をかけない技術であり、素材の表面下にある不均質性や欠陥を検出することができる。測定中はランプや温風を使って表面の温度を上昇させる。作品の物理的構造の欠損や絵画層の表面剥離は熱の流れに対する障壁となり、結果として観察面の温度が上昇する。サーモグラフィで得られたイメージや損傷部分を示すヒートマップを定期的に集積することで、室内気候条件による作品の変化をモニタリングすることができる。サーモグラフィは作品の表面を微妙に加熱するという意味において作品に対するアクティブな方法である。サーモグラフィカメラは広く普及しているが、測定の質は使用するカメラの空間分解能に大きく左右されるため、モニタリング機器の適切な選択が極めて重要となる。信号の強さは表面の加熱の度合いと、損傷箇所が表面からどれほどの深さにあるかに関係する。特に表面の加熱が均一でない場合、ヒートマップの解釈が難しい場合がある(熱伝導性の低い層と剥離を間違えることがある)。

絵画層の保存状態に関する非常に詳細な情報は、より複雑な光学技術で得ることができる。もっとも一般的なのは、デジタル画像相関法(DIC)とデジタル・スペックル・パターン干渉法(DSPI)である。いずれも熱・荷重・振動によって誘発される表面の寸法変化をマイクロ単位で記録し、装飾層の欠陥と関連づけることができる。DSPIは特に美術品の表面分析に有用である。DSPIは検査表面で散乱したレーザー光の記録と分析に基づくフルフィールドの干渉技術である。ミクロの損傷を感知・記録することができ(目視できるよりもずっと前の段階で)、音による励起を用いれば、絵具の剥離と絵具層自体の不均一性とを明確に区別することができる(サーモグラフィや熱励起によるDSPIでは根本的に困難なタスク)。持ち運びが可能で非常に感度が高い方法ではあるが、その操作とデータ解析には一定のレベルの技術的知識と経験が必要となる。

文化財の物理的変化の直接的かつ継続的なモニタリングに適した方法の一つに挙げられるのが、アコースティック・エミッション(AE)である。1990年代後半に導入され、現在に至るまで、複数の研究グループが潜在的に有害な条件にさらされた美術品の微小な破損を追跡するために一貫して使用している技術である。AEは素材に亀裂が生じる際に発生する超音波を測定する技術である。超音波は素材の中を伝播し、作品の表面に設置された圧電センサーによって記録される。安定した、高感度な技術であり、過酷な環境下であっても微小スケールの亀裂の発生と成長を検出することができる。多くの保存科学研究所が美術品の損傷を解明し、数値化するための分析手法としてAEを採用している。美術館もまた、コレクションのリスクという観点から、新しい、または既存の、さらには変更された室内気候管理戦略のアセスメントを支える技術としてAEに大きな関心を寄せている。クラクフ国立美術館(ポーランド)、ゲティ美術館(ロサンゼルス、アメリカ)、ヴィクトリア&アルバート博物館(ロンドン、イギリス)、ナショナル・トラスト(イギリス)、ヴィクトリア国立美術館(オーストラリア)での採用は成功裏に終わっている。なお、文化遺産に対してAEモニタリングを幅広く採用する上で障壁となるのがハード面のコストと、AEデータの処理と解析の技術をスタッフに習得させる必要性である。しかし近年は文化遺産に対するAE利用の拡大に伴い、標準的な測定とデータ解析のプロトコル開発が促進され、これにより専門家以外のスタッフの技術の効率的な向上とAE利用者コミュニティの拡大も期待できるようになった。

要約すると、現在では室内気候変動に対してコレクションがどのような物理的な反応を示すかをモニタリングするために開発され、広範囲に検証された多くの技術が存在する。こうした技術を通してさまざまな損傷を検出することが可能だが、コスト、感度、再現性にはそれぞれの違いがあり、その適用にはさまざまなレベルの技術的知識が必要となる。これらの手法のほとんどは、既存の室内気候管理の戦略に関連するリスクを評価するために効果的に使用することができ、このうちもっとも感度の高い技術はリスクの早期警鐘としての機能も発揮する。モニタリングキャンペーンを設計する際には、予想される損傷に対してもっとも感度の高い手法(あるいは複数の手法)の選択が推奨されるが、それと同時に当該機関の財政的・組織的な制約の中で効果的に運用できる手法でなければならない。モニタリングの対象となる作品の選択は極めて重要な決定事項である。対象となる作品はコレクションを代表するものでなければならない、もっとも脆弱な作品である必要はない。また、もっとも影響を受けやすい作品は特別な設備(密閉された、あるいは気候制御された箱やガラスケース)を必要とする場合があり、それによってコレクション全体の室内気候要件が決定づけられるべきではない。

サステナブルな室内気候管理戦略の開発支援ツール

文化遺産コレクションのサステナブルな管理は、データ分析ツールを用いることでより可能となる。こうしたツールを用いることでコレクションが置かれている環境についての理解を深め、損傷のリスクと環境が作品に及ぼす影響を数値によって関連づけることができるようになる。また修復の専門家やコレクションを有する文化財建造物における意思決定者も、訓練を受けた上でこうしたツールを使用することができる。科学的根拠に基づく劣化モデルや損傷関数は、専門機関や国、または国際的なガイドラインや規格に組み込まれることによって実務者にとって非常に便利なものとなる。BS 4971:2017、BS EN 16893:2018、AICCM 環境ガイドライン(2018年)、2019年ASHRAEに含まれる美術館・ギャラリー・アーカイブ・図書館についての章はいずれも最近アップデートされたもので、コレクションを有する機関の収蔵庫や展示室の室内気候管理戦略の開発に役立てることができる。

とはいえ、多くの場合、ガイドラインをそのまま適用しても十分な成果が得られないこともある。劣化モデルは劣化プロセスの定義づけ、影響を受けた作品の素材や構造の種類を選択、作品の保存状態の定義において極めて詳細なデータを提供するものである。また、劣化モデルを用いることで、作品が特定の室内気候条件に対してどのような反応を示すかを予測することができる。ここまで詳細なデータは美術館環境にまつわる包括的なガイドラインでは提供できない。そのため多くの科学研究グループは劣化モデルの細かいニュアンスを反映し、実務者が適用できるデータベースの予測ツールを開発することに重点を置くようになっている。

データ分析ツールの中には美術館環境の理解を深めることに焦点を当てるものもある。GCI Excel Tools (2021年)は展示室や収蔵庫内の室内気候条件を統計的に記述し、視覚化することを目的としている。温度と相対湿度の同時データから湿度比と露点温度を計算し、移動平均、移動範囲、移動の確率などの統計を行う。データは時系列、確率分布プロット、湿り空気線図(psychrometric chart)で視覚化され、それぞれが環境について異なる視点を提供する。こうしたツールは、美術館がその環境を規格やガイドラインに記載される環境と比較するときに役立つ。また、多くの専門分野にわたる関係者や意思決定者がそれぞれ異なるレベルの知識を持ち寄って美術館環境についての議論を行う場合においても、意見をまとめるという意味において有用である。

デジタルツールには、特定の種類の作品や(ユーザーによって定義された)特定の室内気候履歴に対する損傷関数を適用することによって、美術品の変化を予測することに特化したものもある。気候に起因する物理的損傷、光による損傷、化学的・生物学的劣化のリスクを分析するツールの概要は、Cosaert 他(2022年)の研究[表 5.1]に掲載されている。ここではさまざまな劣化要因の組み合わせを考慮した、美術館コレクションのリスク分析専用の一般的なツールも紹介している。劣化予防策にまつわる意思決定用のデジタルツールに関する追加情報は、その開発に携わった文化遺産機関のウェブページに掲載されている:GCI のコレクション管理環境イニシアティブ(Managing Collection Environments Initiative)、カナダ文化財修復協会(Canadian Conservation Institute)、ユニバーシティ・カレッジ・ロンドン劣化予防協会(University College London's Institute for Preventive Conservation)、イメージ永久保存協会(Image Permanence Institute)など。

デジタルツールは劣化予防策に潜在的な影響力を大いに発揮するものだと予想される。同時に、これらのツールは適切に導入されなければならない。新しいツールや既存のツールのための訓練用資料や教材、さらにはデータ解析のためのフォーラム(ConCodeなど)はインターネット上で入手ことができ、会議の発表

などで使用することができる。デジタルツールのトレーニングを目的とするワークショップも開発されている。IPERION HS (遺産科学に関する欧州研究インフラのための統合プラットフォーム)が開発した意思決定用デジタルツールや、GCIが主催する「温度・相対湿度データの分析を通じた意思決定の促進」と題されたMCEワークショップなどがこれに含まれる。こうしたトレーニングの機会はいくつかの重要性を持つ。新しいユーザーは、ワークショップを通してデジタルツールの機能に馴染む機会を得ることができ、既に上級のユーザーは開発者によって導入された変更や新機能の知識をアップデートすることができる。また複数のツールに触れ、その機能に精通することで、ユーザーはさまざまなケースに対応できるツールをその都度選択できるような、いわば「道具箱＝ツールボックス」を構築することができる。参加者にとってこうしたトレーニングの機会はツールそのものだけでなく、ユーザーとツール開発者間での情報や経験を交換できるネットワークを構築する場ともなる。参加者は他のユーザーが環境目標達成に向けてどのようにデータ分析を用いているのかを学ぶことができ、さらにユーザー志向のツール開発の促進に繋がる可能性もある。

要約すると、美術館環境管理における意思決定を支えるデジタルツールは幅広く存在する。その多くは、室内気候に起因する損傷のモデリングに取り組んでいる研究グループによって支援されているもので、自由に利用することができる。デジタルツールは一般的な環境ガイドラインよりも詳細な情報を提供するものだが、それらを効果的に使用するためには関係スタッフの時間と労力が必要となる。しかしながら、これらのツールは文化遺産の専門家にとって室内気候に起因するリスクについての理解を深める手段となり、これをコレクションのモニタリングや近年の環境ガイドラインの活用と組み合わせることで、よりサステナブルな美術館の実践が可能となる。

結論

2015年に「ビゾ・グリーン・プロトコル」が発表されて以来、今日の世界が直面する最も重大な脅威の一つは気候の非常事態であるとの認識が高まっている。この問題への取り組みに対応する早急な行動が文化遺産セクターに求められている。また同時に、素材がどのように環境に反応するのか、環境要件の複雑さを解明するために幅広く研究が行われている。現在では、より広範な環境パラメータを採用してもほとんどの収蔵品の安全性が損なわれることはないという十分なエビデンスが得られている。

実験、観察、フィールドキャンペーンから得られた科学的エビデンスは、美術館コレクションが従来の想定よりもはるかに幅広い室内気候条件下でも極めて良い状態を保つことができることを示している。実務者は文化遺産セクターのために開発された使い勝手の良いモデルや予測ツールを使うことで、温度や相対湿度が特定のコレクションにもたらす損傷をより現実的に評価することができる。こうしたモデルを用いることでコレクション全体に対してのパラメータを狭めることなく、特に繊細な作品をコレクションから区別し、それに適用できる「オーダーメイド」なソリューションで取り扱うことができる。

ビゾのパラメータ内の温度と相対湿度の変動がコレクションにもたらすリスクは、大多数のコレクションにとって最小限のものであるというのが私たちの見解だが、[相対湿度 40-60%、温度範囲 16-25°C、1日変動 10%]という数値は、科学的見地からは基本的に意味をなさない、ということは明確に述べておく必要があるだろう。これは10年前に受け入れられていた

数字である。私たちは、これをサステナブルな環境管理戦略を実施するための出発点として捉えることを推奨する。つまり、[50±5%RH、21±2°C]という一つの規範的な解決策を、[40-60%RH、16-25°C]という別の解決策に置き換えることを提唱しているのではない。私たちが提唱するのは科学的研究と経験を通して得た作品の保存ニーズと、それぞれの機関のサステナビリティの目標に基づき、より繊細で詳細な環境パラメータの決定である。

このためには、些細なリスク回避でも財政的・環境的に大きな負担となっていた従来の方法を改めるようなリスク管理のアプローチを採択することが重要となる。そして、その転換がスムーズに行くためには、エンジニア、建築家、施設管理者、セキュリティスタッフ、実務管理者、アーキビスト、コレクション管理者、コンサバター、遺産科学専門家、キュレーター、レジストラなど、すべての関係者にわたる学際的なアプローチが必要となる。

ガイドラインのための参考文献

- Bosco, Emanuela, Akke SJ Suiker, and Norman A Fleck. Moisture induced cracking in a flexural bilayer with application to historical paintings (曲げ二重層における水分に起因する亀裂——歴史的絵画への応用). *Theoretical and Applied Fracture Mechanics* 112: 102779.
- Bratasz, Łukasz, M Łukomski, A Klisińska-Kopacz, Witold Zawadzki, Krzysztof Dzierż, Marcin Bartosik, Jan Sobczyk, FJ Lennard, and Roman Kozłowski. 2015. Risk of Climate-Induced Damage in Historic Textiles (歴史的織物の気候による損傷リスク). *Strain* 51 (1): 78-88.
- Bratasz, Łukasz, and Mohammad Reza Vaziri Sereshk. 2018. Crack saturation as a mechanism of acclimatization of panel paintings to unstable environments (不安定な環境に板絵を順応させるメカニズムとしての亀裂飽和). *Studies in Conservation. Studies in Conservation* 63 (sup1): 22-27. 63 (sup1): 22-27.
- Bridarolli, Alexandra, Ashley Amanda Freeman, Naoki Fujisawa, and Michał Łukomski. 2022. Mechanical properties of mammalian and fish glues over range of temperature and humidity (温度と湿度領域における魚膠、獣膠の機械的性質). *Journal of Cultural Heritage* 53: 226-35.
- Cosaert, Annelies, Vincent Laudato Beltran, Geert Bauwens, Melissa King, Rebecca Napolitano, Bhavesh Shah, Joelle Wickens. 2022. Tools for the Analysis of Collection Environments: Lessons Learned and Future Development: Research Report (コレクション環境分析のためのツール——教訓と今後の展望、研究報告書). Annelies Cosaert and Vincent Laudato Beltran, eds. Los ...
- Erhardt, David, and Marion Mecklenburg. 1994. Relative humidity re-examined (相対湿度の再検証). *Studies in conservation* 39 (sup2): 32-38.
- Erlebacher, Jonah D, Eric Brown, Marion F Mecklenburg, and Charles S Tumosa. 1992. The effects of temperature and relative humidity on the mechanical properties of modern painting materials (温度と相対湿度が現代の画材の機械的性質に及ぼす影響). *MRS Online Proceedings Library* 267: 359-70.
- Eumelen, Gijns JAM, Emanuela Bosco, Akke SJ Suiker, and JJ Hermans. 2023. Chemo-mechanical model for degradation of oil paintings by amorphous and crystalline metal soaps (アモルファスおよび結晶性金属炭酸塩による油彩画の劣化の化学機械的モデル). *European Journal of Mechanics- A/Solids* 97: 104827.
- Grøntoft, Terje, David Thickett, Paul Lankester, Stephen Hackney, Joyce H Townsend, Kristin Ramsholt, and Monica Garrido. 2016. Assessment of indoor air quality and the risk of damage to cultural heritage objects

using MEMORI® dosimetry (MEMORI®線量計を用いた室内空気環境と文化遺産の損傷リスクのアセスメント). *Studies in Conservation* 61 (sup1): 70-82.

•Hagan, Eric WS. 2017. Thermo-mechanical properties of white oil and acrylic artist paints (白油絵具およびアクリル絵具の熱機械特性). *Progress in Organic Coatings* 104: 28-33.

•Hartin, DEBRA DALY, STEFAN MICHALSKI, ERIC HAGAN, and MYLÈNE CHOQUETTE. 2015. Overview of the CCI lining project: do linings prevent cracking and cupping in paintings (CCIライニング・プロジェクトの概要——ライニング技法[劣化したキャンバスに新しいキャンバスを接着する技法]は絵画の亀裂や椀状剥離を防ぐか). *American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works Paintings Specialty Group Postprints* 28: 137- 50.

•Jakiela, Sławomir, Ł Bratasz, and R Kozłowski. 2008. Numerical modelling of moisture movement and related stress field in lime wood subjected to changing climate conditions (気候条件の変化にさらされたシナノキにおける水分移動と関連する応力場の数値モデリング). *Wood Science and Technology* 42: 21- 37.

•Janas, Arkadiusz, Laura Fuster-López, Cecil Krarup Andersen, Angel Vicente Escuder, Roman Kozłowski, Katarzyna Poznańska, Aleksandra Gajda, Mikkel Scharff, and Łukasz Bratasz. 2022. Mechanical properties and moisture-related dimensional change of canvas paintings—canvas and glue sizing (キャンバス絵画の機械的特性と湿気による寸法変化——キャンバスと糊のサイジング[ドーサ引き]). *Heritage Science* 10 (1): 160.

•Karpowicz, Adam. 1989. In-plane deformations of films of size on paintings in the glass transition region (ガラス転移領域における絵画上のフィルム薄膜の面内変形). *Studies in Conservation* 34 (2): 67-74.

•Konopka, Daniel, and Michael Kaliske. 2022. Inside the icon: experimental and numerical analysis of climate impacts on the damage potential of panel paintings (イコンの内側——板絵の損傷の可能性に対する室内気候の影響に関する実験的・数値的分析). Paper read at VirtEx: Virtual Experiments for Wooden Artwork, at Dresden: Institut für Statik und Dynamik der Tragwerke.

•Koob, Stephen P, N Astrid R Van Giffen, Jerzy J Kunicki-Goldfinger, and Robert H Brill. 2018. Caring for glass collections: the importance of maintaining environmental controls (ガラス作品の取り扱い——環境管理の維持の重要性). *Studies in Conservation* 63 (sup1): 146-50.

•Kozłowski, Roman, Arkadiusz Kupczak, Artur Działo, Łukasz Bratasz, and Michał Łukowski. 2019. HERIE: A Decision-Supporting Tool Based on Quantitative Assessment of Damage Risk (損傷リスクの定量的アセスメントに基づく意思決定のためのツール). *The Mechanics of Art Materials and Its Future in Heritage Science*: 21.

•Krzemień, Leszek, Michał Łukowski, Łukasz Bratasz, Roman Kozłowski, and Marion F Mecklenburg. 2016. Mechanism of craquelure pattern formation on panel paintings (板絵におけるクラクユール[細かいひび割れ]模様形成のメカニズム). *Studies in Conservation* 61 (6): 324-30.

•Lee, DS-H, N-S Kim, Mikkel Scharff, Astrid Valbjørn Nielsen, M Mecklenburg, Laura Fuster-López, Łukasz Bratasz, and Cecil Krarup Andersen. 2022. Numerical modelling of mechanical degradation of canvas paintings under desiccation (乾燥下におけるキャンバス絵画の機械的劣化の数値モデリング). *Heritage Science* 10 (1): 130.

•Luimes, Rianne A, and Akke SJ Suiker. 2021. Numerical modelling of climate-induced fracture and deformation in wood: Application to historical museum objects (室内気候に起因する木材の破損と変形の数値モデリング——歴史博物館の収蔵品への適用). *International Journal of Solids and Structures* 210: 237-54.

- Łukomski, Michal, Vincent Beltran, Foekje Boersma, James Druzik, Ashley Freeman, Marcin Strojecki, Thomas Learner, and Joel Taylor. 2018. Monitoring acoustic emission in an epidemiological pilot study of a collection of wooden objects (木製収蔵品の疫学的パイロット研究におけるアコースティック・エミッションのモニタリング). *Studies in Conservation* 63 (sup1): 181- 86.
- Łukomski, Michał, Alexandra Bridarolli, and Naoki Fujisawa. 2022. Nanoindentation of historic and artists' paints (歴史的な絵具と芸術家の絵具のナノインデンテーション). *Applied Sciences* 12 (3): 1018.
- Maekawa, Shin, Vincent L Beltran, and Michael C Henry. 2015. *Environmental Management for Collections: Alternative Conservation Strategies for Hot and Humid Climates* (コレクションの環境管理——高音多湿気候のための修復戦略). Getty Publications.
- Mecklenburg, Marion F. 1991. Some mechanical and physical properties of gilding gesso. *Gilded Wood Conservation and History* (金箔用ジェッソの機械的・物理的性質、金箔を施した木材の修復と歴史).
- 2005. The structure of canvas supported paintings (キャンバス絵画の構造). Paper read at Preprints: Interim Meeting: International Conference on Painting Conservation: Canvases: behaviour, deterioration & treatment. Preprints.
- Mecklenburg, Marion F, and Charles S Tumosa. 1991. An introduction into the mechanical behavior of paintings under rapid loading conditions (急速な荷重条件下における絵画の力学的性質についての概論). *Art in transit: Studies in the transport of paintings*.
- Mecklenburg, Marion F, Charles S Tumosa, and W David Erhardt. 1998. Structural response of painted wood surfaces to changes in ambient relative humidity (周囲の相対湿度変化に対する塗装された木材表面の構造的変化). *Painted wood: history and conservation*.
- Michalski, Stefan. 1991. Paintings: Their response to temperature, relative humidity, shock, and vibration (絵画——温度、相対湿度、衝撃、振動に対する反応). *Art in transit: Studies in the transport of paintings*: 223-48.
- 1993. Relative humidity: a discussion of correct/incorrect values (相対湿度——正しい値・正しくない値について). *mh* 500 (3): 100.
- 2000. Guidelines for humidity and temperature in Canadian archives (カナダ公文書館における湿湿度に関するガイドライン).
- 2013. *Agent of Deterioration: Incorrect Relative Humidity* (劣化の原因——不適切な相対湿度). Canadian Conservation Institute, Available: <https://www.canada.ca/en/conservationinstitute/services/agents-deterioration/humidity.html>.
- 2014. The power of history in the analysis of collection risks from climate fluctuations and light (室内気候の変動と光によるコレクションリスクの分析——発揮される歴史の力). Paper read at Proceedings of the ICOM Committee for Conservation 17th Triennial Meeting, Melbourne, Australia.
- Ohtsuki, Torao. 1990. Studies on Eurotium tonophilum Ohtsuki: Minimum Humidity for Germination and Characterization of Yellow Pigments Produced by this Fungus (発芽に必要な最低湿度とカワキコウジカビが産生する黄色顔料の特性). *Scientific Papers on Japanese Antiquities and Art Crafts* 35: 28-34.
- Oreszczyn, Tadj, May Cassar, and Keith Fernandez. 1994. Comparative study of air-conditioned and non air-conditioned museums (空調のある美術館とない美術館の比較研究). *Studies in Conservation* 39 (sup2): 144-48.

- Reilly, James M. 1995. New Tools for Preservation: Assessing Long-Term Environmental Effects on Library and Archives Collections (保存のための新しいツール——図書館・公文書館コレクションへの長期的な環境影響のアセスメント): ERIC.
- Soboń, Magdalena, and Łukasz Bratasz. 2022. A method for risk of fracture analysis in massive wooden cultural heritage objects due to dynamic environmental variations (大型木製文化遺産の動的環境変動による破損リスク分析). *European Journal of Wood and Wood Products* 80 (5): 1201-13.
- Strang, Tom. 2013. Mould risk to cultural property-on the problem of defining adverse environmental conditions and potential for harm (文化財のカビ発生リスク——有害な環境条件と被害の可能性を定義する問題について). Paper read at *Microbial Biodeterioration of cultural property: recent topics on the investigation of and countermeasures for biodeterioration of outdoor/indoor properties and disaster-affected objects: International Symposium on the Conservation and Restoration of Cultural Property (36th: 2012: Tokyo, Japan)*.
- Strlič, Matija, Carlota M Grossi, Catherine Dillon, Nancy Bell, Kalliopi Fouseki, Peter Brimblecombe, Eva Menart, Kostas Ntanos, William Lindsay, and David Thickett. 2015. Damage function for historic paper (歴史的に古い紙の損傷関数). Part III: Isochrones and demography of collections. *Heritage Science* 3: 1-11.
- Strojecki, Marcin, Michał Łukowski, Leszek Krzemień, Joanna Sobczyk, and Łukasz Bratasz. 2014. Acoustic emission monitoring of an eighteenth-century wardrobe to support a strategy for indoor climate management (室内気候管理戦略を支持するための 18 世紀の衣装ケースのアコースティック・エミッションモニター). *Studies in conservation* 59 (4): 225-32.
- Tantideeravit, S, MN Charalambides, DS Balint, and CRT Young. 2013. Prediction of delamination in multilayer artist paints under low amplitude fatigue loading (低振幅疲労荷重下における多層絵具の層間剥離の予測). *Engineering fracture mechanics* 112: 41-57.
- van Duin, Paul. 2013. What real museum objects can teach us about the influence of climate conditions (実際の美術館収蔵品が室内気候条件の影響について教えてくれること). *Climate for Collections—Standards and Uncertainties. Climate for Culture. Postprints: 271-82.*
- Waller, Robert. 2013. Temperature-and humidity-sensitive mineralogical and petrological specimens (温湿度に敏感な鉱物学と岩石学標本). In *Care and Conservation of Geological Material*, 25-50. Routledge.

3. ミクロクリマ(微気候)概論

文化財コレクションが展示・保管されている建物、そしてその地理的な場所の気候条件は無数の可変要素を生み出す。多種多様な収蔵品の長期保存のために適切な条件を整えるためには、それらの情報の集積・分析・解説が必要となる。美術館の展示品の劣化や損傷を防ぐために推奨される温度と RH のパラメーターについては、ここ数十年の研究を通して新たな知見が得られている。現在では、GCI/美術館コレクション環境 (Museum Collections Environment) などが得たデータ(付録 I 参照)に基づき、特定の種類のコレクションについてより幅広い環境ガイドラインの提案が可能となっている。

しかし、その他多くの素材——古代の遺物や考古学的遺物(可溶性塩類を含む場合はなおのこと)、金属、複合素材など——は、化学的・機械的劣化因子の活性化を防いだり、進行中の劣化を中和するためのより厳しい、または指定された値の RH を必要とする場合がある。

こうした厳しい展示室の室内気候管理の代替として用いられるのが、微気候を保つ展示ケースである。カスタマイズされた、安全で持続可能なソリューションを提供することが可能となる。微気候ケースの設計とメンテナンスには、低コストで比較的単純なソリューションからアクティブ制御システムを備えた最先端のものまで、さまざまなアプローチがある。特定の要件を満たす作品のための微小環境を整える際に考慮すべきオプションやリソースの概要は以下の通り。

マイクロ気候(微気候)の種類

- ・パッシブ
- ・アクティブ
- ・緩衝材と乾燥剤の選択

展示ケースの種類とデザイン

- ・さまざまな設計の選択
- 自立型、シャドーボックス、ウォールケース他
- 区画・仕切りへのアクセス
- 空気交換
- ・安全なケースの素材
- ケースの素材
- 塗装
- 布
- ガスケット(繋ぎ目のパッキング)
- ・防湿剤
- ・素材のテスト

モニタリング

- ・さまざまな種類のデータロガーの検証

さらなる研究を要する分野

- ・よりアクティブな試験とデータ収集の必要性
- ・特定の素材(既に劣化した考古学的遺物、塩類、金属類、腐食物質、ガラス、混合素材、近代的・人工的な素材など)と、RH・温度変化に対する反応に関するより詳細な調査の必要性

参考文献とリソース

- ・American Institute for Conservation Wiki(アメリカ文化財保存修復学会 Wiki)

https://www.conservation-wiki.com/wiki/Environmental_Guidelines

- ・Canadian Conservation Institute(カナダ文化財修復協会)

<https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/preventive-conservation/guidelines-collections/metal-objects.html>

- Hatchfield, Pamela, 2002. *Pollutants in the Museum Environment: Practical Strategies for Problem Solving in Design, Exhibition, Storage* (美術館環境における汚染物質——デザイン、展示、保管の問題解決のための実践的な戦略). ロンドン:アーキタイプ出版. London: Archetype Publications.
- Harrison, Lynne. 2018. "Variations on a theme: re-evaluating the performance of modified microclimates for the protection of old master paintings." (テーマのバリエーション——歴史的名画の保存のための微気候調整のパフォーマンス再評価). *The Picture Restorer* Spring (52), 23–31.
- Kupczak, Arkadiusz, Mariusz Jędrychowski, Marcin Strojceki, Leszek Krzemień, Łukasz Bratasz, Michał Łukomski, and Roman Kozłowski. 2018. "HERIE: A Web-Based Decision-Supporting Tool for Assessing Risk of Physical Damage Using Various Failure Criteria" (HERIE ウェブベースの意思決定支援ツール——さまざまな破損基準を用いた物理的損傷のリスクアセスメント). *Studies in Conservation* 63, no. S1: 151-55.
- Padfield, Timothy, Borchersen, Karen, Christensen, Mads Chr, and Nationalmuseet. 2007. *Museum Microclimates : Contributions to the Copenhagen Conference 19-23 November 2007* (美術館の微気候——2007年11月19-23日コペンハーゲン会議への寄稿). Edited by Tim Padfield and Karen Borchersen; Scientific Committee Mads Christian Christensen, et al. Copenhagen: National Museum of Denmark.
- Paterakis, Alice Boccia. 2016. *Volatile Organic Compounds and the Conservation of Inorganic Materials* (揮発性有機化合物と無機物質の保存修復). London: Archetype Publications.
- Paterakis, A. Boccia, M. Mariano, Hyslop. 2013. "Oxygen Absorbers and Dessicants in the Protection of Archaeological Iron: Maintaining Some Control" (考古学的鉄の保存における脱酸素剤と乾燥剤——一定の管理維持). In *Metal 2013 Edinburgh, Scotland 16th-20th September 2013, Interim Meeting of the ICOM-CC Metal Working Group, Conference Proceedings*, Exan Hyslop, Vanesa Gonzalez, Lore Troalen, Lyn Wilson, eds. "Edinburgh: Historic Scotland and ICOM-CC), 185-191.
- Schieweck, A., and Krüger, Markus. 2011. *Mitigation Strategies for the Sustainable Improvement of Microclimates within Cultural Heritage Objects and Museum Institutions* (文化遺産および美術館施設内の微気候のサステナブルな改善のための緩和戦略). Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 40-44.
- Shashoua, Yvonne, and Bridgland, Janet. 1999. "Ageless Oxygen Absorber: From Theory to Practice" (エージレス脱酸素剤——理論から実践へ). *12th triennial meeting, Lyon, 29 August-3 September 1999: preprints (ICOM Committee for Conservation)*. London: Earthscan Ltd., 881-887.
- Tétreault, Jean. 1999. *Coatings for Display and Storage in Museums* (美術館での展示および保管用のコーティング). Technical Bulletin (Canadian Hatchfield, Pamela. 2002. *Pollutants in the Museum Environment: Practical Strategies for Conservation Institute*) No. 21. Ottawa: Canadian Conservation Institute.

•Tétreault, Jean. 2003. *Airborne Pollutants in Museums, Galleries and Archive: Risk Assessment, Control Strategies and Preservation* (美術館、ギャラリー、アーカイブにおける大気汚染物質——リスクアセスメント、管理戦略、保存). Ottawa: Canadian Conservation Institute.

•Tétreault, Jean. 2021. *Control of Pollutants in Museums and Archives* (美術館やアーカイブにおける汚染物質の管理). Technical Bulletin (Canadian Conservation Institute) No.37. Ottawa: Canadian Conservation Institute.

•Tétreault, Jean. 2022. *Airtightness Measurement of Display Cases and other Enclosures* (展示ケースやその他の囲いの気密測定). Technical Bulletin (Canadian Conservation Institute) No.38. Ottawa: Canadian Conservation Institute.

Tetreault, Jean, and Paul Bégin. 2018. *Silica Gel: Passive Control of Relative Humidity* (シリカゲル——相対湿度のパッシブ制御). Technical Bulletin (Canadian Conservation Institute) No. 33. Ottawa: Canadian Conservation Institute.

•Thickett, David, David Saunders, Joyce H Townsend, and Sally Woodcock. 2008. "Presentation in Original Contexts via Microclimates." *Conservation and Access: Contributions to the London Congress 15-19 September 2008*. (「微気候を介した本来の環境での展示」保存とアクセス——ロンドン会議への寄稿、2008年9月15-19日). London: International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 98-103.

•Johanna C. Thunberg, David E. Watkinson & Nicola J. Emmerson. 2021. "Desiccated Microclimates for Heritage Metals: Creation and Management" (文化財に含まれる金属類のための乾燥した微気候——その整備と管理). *Studies in Conservation*, 66:3, 127-153. DOI: 10.1080/00393630.2020.1799599

4. エネルギー効率

エネルギー効率のための代替案

パッシブ

- 建物の向き
- 開口面積率
- 建物外皮(R値)
- 太陽光への露光(PVポテンシャル最大値)

ECM(energy conservation measures = 省エネ対策)は、エネルギー節約のためのもっとも有効なツール・管理方法である。

- 機械設備の小型化
- エネルギー効率の高い冷却装置・ポンプ——例:無摩擦、磁気ベアリング、オイルフリー、遠心分離、熱回収、 $\sim 20C \Delta T$

すべてのポンプとモーターに VFD (可変周波数駆動) を装備する。ポンプまたはモーターが負荷要件を満たすためにもっとも効率的なエネルギーレベルで動作できるようになる。

断熱性の高い CHW¹配管、HHW²配管

自然光使用の最適化

LED 照明

夜間の待機電力を取り除く

夜間または人のいない時間帯は環境条件を元に戻す

エネルギー貯蔵 (バッテリーまたは蓄熱)

ACH³の数を最小限に抑えるための制御システムの最適化。

コードコンプライアンスと空気品質基準に基づき、冷却・加熱の非効率性を同時に排除し、外気交換率を最適化する。

空間の許容最低基準およびコードに準拠する基準に合わせて MERV⁴濾過を選択する (フィルター全体の圧力損失を低減し、ファンモーター要件を低くする)。

従業員数や来館者の数が少ない場合、またはユーティリティの過負荷 (停電など) の場合の需要削減プログラムを開発する。

蒸気の使用をなくす——加熱用の温水または RH 用の高圧 (断熱) アトマイザーに置き換える。

BMS⁵分析と FDD⁶ソフトウェアを利用する。

CRM⁷

- ・機械装置の電氣化——ガス消費量の削減
- ・オンプレミスまたは PPA/VPPA⁸における再生可能エネルギーの使用
- ・エネルギー消費削減のために HVAC (暖房、換気、および空調システム) ポイントを上/下させる
- ・水素燃料電池など、代替燃料を用いる
- ・GWP⁹冷媒の活用

¹ CHW=冷水

² HHW=温水

³ ACH=1 時間あたりの空気の交換回数を最小限に抑えることでエネルギーを節約する。

⁴ MERV=最小効率報告値。空気濾過のレベルを示す指標で、数値が大きいかほど空気を通過させるためにより多くのエネルギーを必要とする。

⁵ BMS=ビル管理システム

⁶ FDD=故障検出診断。機械システムの非効率性を検出する分析ツール。

⁷ CRM=二酸化炭素削減対策

⁸ PPA=電力購入契約。VPPA=バーチャル電力購入契約は再生可能エネルギー証書 (REC) を、供給されるエネルギーに加えて取得する電力会社との売買契約。

⁹ GWP=地球温暖化係数。冷媒ガスが大気に対してどの程度「優しい」かを測定する数値。

教訓

1. 建物環境をパッシブに管理する——消費量を日毎・週間・年間のサイクルにわたって追跡し、地域と関連づけることができるように、確実に十分なエネルギー計測を行う。
2. プラントの一部追加によるパッシブ供給: プラントの介入を最小限に抑えるために、単に室内の RH/T を追跡するだけでなく、エリアと連動したエネルギー消費量をモニタリングする。パッシブな方法を第一に考えるアプローチに移行しても、空調にまつわる過去の考え方がパッシブ制御の Protokol よりも優先されてしまい、RH/T は安定しているにもかかわらずエネルギー消費量が増えてしまうことがわかった。学習曲線を登る必要があったといえるだろう。プラント制御の不具合を見極めるには、エネルギー消費を観察しなければならない。

5. 環境管理に関する文献リスト

- AIC (American Institute for Conservation) “Environmental Guidelines” (アメリカ文化財保存修復学会「環境ガイドライン」). *AIC Wiki: A Collaborative Knowledge Resource*. 2020.
https://www.conservation-wiki.com/wiki/Environmental_Guidelines
- Dardes, Kathleen, Erica C. Avrami, Marta De la Torre, Samuel Y. Harris, Michael Henry, and Wendy Claire Jessup. 1999. *The Conservation Assessment: A Proposed Model for Evaluating Museum Environmental Management Needs* (保存修復アセスメント——美術館環境管理のニーズを評価するための提案モデル). Los Angeles, CA: Getty Conservation Institute.
http://hdl.handle.net/10020/gci_pubs/evaluating_museum_environmental_mngmnt_english
- Henderson, Jane. “Managing Uncertainty for Preventive Conservation” (劣化予防策の不確実性を管理する). *Studies in Conservation* 63, no. sup1 (August 2018): 108–12.
<https://doi.org/10.1080/00393630.2018.1479936>.
- Maekawa, Shin, Vincent L. Beltran, and Michael C. Henry. *Environmental Management for Collections: Alternative Conservation Strategies for Hot and Humid Climates* (コレクションの環境管理——高温多湿な室内気候における保存修復の代替戦略). Tools for Conservation Los Angeles, California: Getty Conservation Institute, 2015.
- *Museums, Galleries, Archives and Libraries* (美術館・ギャラリー・アーカイブ・図書館). 2019 ASHRAE Handbook—HVAC Applications, edited by Heather Kennedy, ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), 2019, p.1-41. <https://www.ashrae.org/technical-resources/ashrae-handbook>
- IPI’s Guide to: Sustainable Preservation Practices for Managing Storage Environments (IPI ガイド——収蔵庫環境管理のためのサステナブルな保存実践). Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology, 2012. https://s3.cad.rit.edu/ipi-assets/publications/sustainable_preservation_practices/sustainable_preservation_practices_all.pdf
- IPI’s Methodology for Implementing Sustainable Energy-Saving Strategies in Collections Environments (コレクション環境におけるサステナブルな省エネ戦略のための IPI 方法論). Image Permanence Institute,

Rochester Institute of Technology, 2019. <https://s3.cad.rit.edu/ipi->

assets/publications/sustainable_preservation_practices/sustainable_preservation_practices_all.pdf

•Padfield, T, Morten, Ryhl-Svendsen, Larsen, Poul Klenz, and Jensen, Lars Asbjerg. “A Review of the Physics and the Building Science which Underpins Methods of Low Energy Storage of Museum and Archive Collections” (美術館およびアーカイブコレクションにおける低エネルギー貯蔵方法を支える物理学と建築科学のレビュー). *Studies in Conservation* 63, no. sup1 (August 2018): 209–215.

<https://doi.org/10.1080/00393630.2018.1481324>.

•“Reflections on the Psychological Basis for Suboptimal Environmental Practices in Conservation” (保存修復における準最適な環境実践の心理的根拠の考察) *Journal of the Institute of Conservation* 41, no. 1 (January 2, 2018): 32–45. <https://doi.org/10.1080/19455224.2017.1422777>.

•Staniforth, Sarah. “Environmental Conditions for the Safeguarding of Collections: Future Trends” (コレクション保護のための環境条件——今後の動向). *Studies in Conservation* 59, no. 4 (July 2014): 213–17.

<https://doi.org/10.1179/2047058414Y.0000000142>.

•Sterrett, Jill, and Roberta Piantavigna. “Building an Environmentally Sustainable San Francisco Museum of Modern Art” (サンフランシスコ近代美術館——環境的にサステナブルな建設). *Studies in Conservation* 63, no. sup1 (August 2018): 242–50. <https://doi.org/10.1080/00393630.2018.1481324>.

6.共有される体験

4.14.1 証言

1	アムステルダム国立美術館	当館には2年半前から、エンジニアとコンサバターで構成される室内気候に関するワーキンググループがあります。この学際的なアプローチは大きな効果を発揮しています。ようやく環境管理の基準を幅広く設定することができ、より効率的に空調システムを稼働する方法の検討も積極的に行っています。環境管理と空調システムの稼働はいずれも重要な実践であり、当館ではこの二つを連携して取り組むべきだと考えています。また、Climate4Wood プロジェクトなど、他の多くの研究と同様、ほとんどの作品が相対湿度の大きな変動に耐え得ることを示す研究にも取り組んでいます。私たちの収蔵品の多くはさまざまな素材（あるいは混合素材）で作られており、それぞれの状態が大きく異なるため、調査は多くの時間を要します。加えて、その結果は必ずしも作品の管理責任者全員を納得させるものではありません。研究の結果を待つところですが、私たちの室内気候ワーキンググループはビズ・ガイドラインに則しており、美術館スタッフから広く支持を得ています。 サステナブルな室内気候条件に関するアムステルダム国立美術館ワーキンググループ報告書 v1.pdf
---	--------------	--

6.2 ケーススタディ

ビズ・ガイドラインに関して

- ケーススタディ1 ヴィクトリア国立美術館(オーストラリア)におけるビズ・プロトコルとガイドラインの採択[\[ここから\]](#)
- ケーススタディ2 チャトラパティ・シヴァージー・マハーラージ・ヴァツ・サングラハラヤ(CSMVS)

(インド)におけるコレクション管理と美術館運営のサステナブルモデル [\[ここから\]](#)

・ケーススタディ 3 アムステルダム国立美術館(オランダ)におけるビゾ・プロトコルとガイドラインの採択[\[ここから\]](#)

室内気候管理と省エネルギー対策の代替案

・ケーススタディ 4 アムステルダム国立美術館(オランダ)における省エネルギー対策と環境管理 [\[ここから\]](#)

・ケーススタディ 5 ヴィクトリア国立美術館(オーストラリア)における適応型室内気候管理戦略と木製文化財の微小変化を観察するモニタリングプログラムの開発 [\[ここから\]](#)

・ケーススタディ 6 ヴィクトリア国立美術館(オーストラリア)における BAS(ビル・オートメーションシステム)——HVAC(暖房、換気、および空調システム)夜間停止[\[ここから\]](#)

・ケーススタディ 7 スコットランド国立美術館(イギリス)ケーススタディ——のコレクション収蔵のための低エネルギー建築ソリューション、ナショナル・ポートレートギャラリー [\[ここから\]](#)

・ケーススタディ 8 スコットランド国立美術館(イギリス)ケーススタディ——スコットランド国立美術館(イギリス)における建築デザインを通じたコレクション管理[\[ここから\]](#)

・ケーススタディ 9 テート(イギリス)における額縁マイクロクリマの採用[\[ここから\]](#)

7. 実用的なツール

7.1 貸借契約書(Loan Agreement) 例文

ニューヨーク近代美術館 借り受け側契約書の文言:

「作品借用者は、貸与された作品を火災、盗難、極端な光または劣化した光への露出、極端な温度と相対湿度、害虫、汚れ、許可のない者または経験の浅い者による取り扱い、または鑑賞者による接触の危険から常に適切に保護することを約束します。展示中、当該作品は訓練を受けた警備員から常に見える場所に置かれます。火災検知・予防機器、温湿度管理、およびセキュリティシステムは、1日24時間、年中無休で稼働します。2014年11月のビゾ・グループ会議で決定されたガイドラインに従い、当該作品は 61-77°F (16-25°C)の安定した温度、40-60%の安定した相対湿度に維持される場所でのみ開梱、再梱包、一時保管、設置します。24時間以内の温度の変動はこの範囲内で+/-4°Fを超えず、湿度の変動は +/-10%を超えません。指定された温度・湿度を超える変動があった場合は、ニューヨーク近代美術館のレジストラに速やかに通知します」。

ニューヨーク近代美術館 展覧会契約書の文言:

「展示作品は 61-77°F (16-25°C)の安定した平均温度、40-60%の安定した相対湿度に維持される場所でのみ開梱、再梱包、一時保管、設置します。24時間以内の温度の変動はこの範囲内で+/-4°Fを超えず、湿度の変動は +/-10%を超えません。指定された温度または相対湿度を超える変動があった場合は、ニューヨーク近代美術館のレジストラに速やかに通知します (これは 2014年11月のビゾ・グループ会議で決定されたガイドライン「ギャラリーと美術館のサステナビリティ実現に向けて」に従うものです)。

ニューヨーク・グッゲンハイム美術館 借り受け側契約書文言(脆弱な素材を用いたいくつかの作品を例外として):

作品は、40-60%の相対湿度に維持され、24時間以内の変動が±10%以内、16-25°Cの安定した温度

の場所でのみ開梱、再梱包、一時保管、および設置されるものとします。

テート貸出し契約文言:

室内気候

テートは、国際ビゾ・グループ・グリーン・プロトコル(2015年)の基本理念とガイドラインを支持します。

温度管理: 範囲は 18-24°C、21°C +/- 3 です。

相対湿度: 40-60%、50% +/- 10 の範囲で、24 時間以内の最大累積変動は 10 % です。

大気汚染: 作品は、1 立方メートルあたり 10 マイクログラムを超える濃度の二酸化硫黄、1 立方メートルあたり 10 マイクログラムを超える窒素酸化物、または 1 立方メートルあたり 2 マイクログラムを超えるオゾンにさらされてはなりません。汚染がひどい地域では、汚染ガスのレベルを排除・軽減するために積極的な措置を講じる必要があります。機械換気システムを使用する場合は、高水準の粉塵濾過が必要です。

一般的な注意点: 作品は、熱、冷気、または強い気流の発生源 (ラジエーター、暖炉、除湿器、エアコンの吹き出し口、吸気口) の近くにはいかなる場合にも置きません。

7.2 気候非常事態宣言

以下の国は最近、気候の非常事態を宣言している:

オランダ、ベルギー、ドイツ、イギリスに関しては、以下を参照:

- ・[文化遺産機関に向けた気候に関する声明](#) (オランダ)
- ・[美術館協会が推奨する美術館の空調に関する新しいガイドライン](#) (ドイツ)
- ・[テートによる気候非常事態宣言およびテートの気候変動に関する方針](#) (イギリス)

最後に、KiCulture は 2022 年 12 月に気候会議を開催し、現在は各国の美術館に対して、室内気候条件と貸借契約の見直しにコミットすることを求める宣言を発信している。[\(気候変動を制御するための宣言\)](#)。

7.3 コレクション環境の持続可能な省エネルギー対策を実現する方法論

IPI は、コレクション環境における持続可能な省エネルギー戦略の導入に役立つ便利なガイドを作成した。アクセスは[こちら](#)から。

7.4 ローカルな環境管理<個別の作品レベル>

アクション	展示	保管	輸送時	コメント
ガラス有りの密閉性の高い裏板つき額縁 (裏板は額縁のすぐ裏面に通したものは、RH の変動を抑制し、適度な温度にする)	y	y	Y	プラントのエネルギー・リードコントロールについて、より大きな寛容性、季節変動、柔軟性をサポートする。
完全なエコ・プラスチ	n	Y-しかし、このル	Y(クレートの	

ック梱包と密閉(RH)		ートではオープン アクセス保管に障 害が生じる	中または横 から)	
密閉された、ガラス有 りのシャドーボックスを 使用	y	Y	Y	脆弱な額縁にとつて も保護となる
額縁の構造に緩衝材 を足す	y	y	Y	モニタリングが必要
室内環境管理ができ る展示ケース	y	n	y/n	ローカルな管理のた めに幅広いオプショ ンがある

建物環境をパッシブに管理する:消費量を日毎・週間・年間のサイクルにわたって追跡し、地域と関連づけることができるように、確実に十分なエネルギー計測を行う。

プラントの一部追加によるパッシブ供給:プラントの介入を最小限に抑えるために、単に室内のRH/Tを追跡するだけでなく、エリアと連動したエネルギー消費量をモニタリングする。パッシブな方法を第一に考えるアプローチに移行しても、空調にまつわる過去の考え方がパッシブ制御の Protokol よりも優先されてしまい、RH/Tは安定しているにもかかわらずエネルギー消費量が増えてしまうことがわかった。学習曲線を登る必要があった。プラント制御の不具合を見極めるには、エネルギー消費を観察しなければならない。

7.5 非営利団体・機関のための脱炭素アクションプラン

2023年3月、ギャラリー気候連合(GCC)は非営利団体に向けた脱炭素アクションプランを策定するための新しいツールを発表した。アクセスは[こちら](#)から。

[翻訳:河野晴子]

ビゾ・グループ ハンドブック 2

モビリティ

より環境に優しい輸送に向けて

最終アップデート:2023 年 5 月

ハンドブック 2 は、「**ビゾ・グリーン・プロトコル・リニューアル**」に付随するものである。美術館関係者が作品輸送のサステナブルな実践を採用するためのケーススタディやツールを提供することを目的としている。具体的には、可能な限り航空輸送に代わるものを探ること、そしてバーチャルクーリエをデフォルト選択とすることが挙げられる。

目次

1. はじめに...p.1
2. 輸送手段とバーチャルクーリエ...p.2
3. 共有される体験...p.6
4. 実用的なツール...p.6

1. はじめに

人や物の移動は何十年もの間、美術館の国際的な取り組みの中心にあった。こうした国際交流こそが世界中の多くの美術館の発展を後押ししてきたといえる。しかし現在、この重要な美術館活動は、気候や自然の非常事態といった現実問題に適応しなければならない段階にきている。

本ハンドブックは、人や物の移動を計画する際に「より環境に優しい選択肢を優先する」という原則、言い換えれば、低炭素排出の選択肢(海上輸送、道路輸送、鉄道輸送、バーチャルクーリエなど)を採択するためのツールを美術館関係者に提供することを目的としている。美術館はより環境に優しい選択肢を放棄する前に、この原則をいくつかの考え方に則して慎重に検討すべきである。この原則は、(美術館エコシステム全体が「より環境に優しい」実践へと移行するための) 互恵性、協調性、プロフェッショナルなレベルでの信頼に基づくものである。

最後に、本ハンドブックはバーチャルクーリエの導入および/または海上輸送の代替手段の模索に力を注いでいる数多くの専門家団体や組織¹が近年行っている調査や研究に基づくものである。事実、GCC²が述べているように、「作品の重さ 1 トンにつき、航空貨物は同じ距離を道路輸送する場合に比べ約 10 倍、海上輸送する場合に比べ約 60 倍の CO2e を排出する」。³ ⁴加えて、Covid-19 のパンデミックの際、多くの美術

¹ 主に **AIC**(アメリカ文化財保存修復学会)、**ARCS**(レジストラーおよびコレクションスペシャリスト協会)、**GCC**(ギャラリー気候連合)、**UKRG**(イギリスレジストラー団体)。

² GCC

<https://galleryclimatecoalition.org>

³ 出典

https://galleryclimatecoalition.org/user/library/documents/ssc/gcc_ssc-environmental-impact.pdf

⁴ これらの数値は、英国政府の公式なカーボンフットプリント換算係数から算出されたもので、[ここ](#)からダウンロードできる。問題となる数値は以下の通りである。

・長距離航空輸送(高高度でのジェット燃料燃焼による余剰な RF を含む): 1 トンキロあたり 1.0189 kgCO2e

・道路輸送(平均的な HGV、平均的な積載量): 1 トンキロあたり 0.10614kgCO2e

館がバーチャルクーリエを実践し、非常に大きな成果を収めている。こうしたことを踏まえ、私たちは美術館がバーチャルクーリエというもう一つの移動手段へとシフトし、これをデフォルト選択とすることを推奨している。モビリティをめぐるこうした取り組みは、美術館の二酸化炭素排出量に直接的な影響を与える。なお、シカゴ美術館はバーチャルクーリエを導入した結果の実際の節約額を算出している。

2. 輸送手段とバーチャルクーリエ

2.1 さまざまな輸送手段の概要

輸送手段	メリット／デメリット	美術館の経験
航空輸送(現在もっとも利用されている手段)	<p>メリット:安全、確実、迅速</p> <p>デメリット:二酸化炭素排出量をもっとも多く、輸送費がもっとも高額で、貨物便の運航スケジュールに縛られる</p>	
海上輸送(現在、主に大型の作品輸送の際に利用されている手段)	<p>メリット:輸送手段の中では環境汚染が少なく、安価</p> <p>デメリット:非常に長い旅程、セキュリティの問題、港へのアクセス、美術品の取り扱いに関する事業者の知識と経験が必要</p>	
道路輸送(現在、ヨーロッパでは比較的一般的な手段。他の大陸ではそれほどでもない)	<p>メリット:海上輸送より早く、アクセスしやすい</p> <p>デメリット:車両による環境汚染、環境に優しい側面を最大限実現するためには貸出し作品の混載が必要となる</p>	
列車輸送	「ビズ・グリーン・プロトコル・リニューアル」のメンバーにはこの手段を用いた経験を持つ機関がないため、更なる検証が必要 ⁵	

その他の推薦文献

- STICH Life Cycle Assessment of Museum Loans and Exhibitions(美術館の貸出しと展覧会のライフサイクル・アセスメント) [[ここから](#)]
- GCC Sustainable Shipping Campaign Overview(ギャラリー気候連合——サステナブルな輸送キャンペーンの概要) [[ここから](#)]
- Environmental Considerations of Sea and Road vs. Air Freight(海上・道路輸送と航空輸送における環境配慮の比較) ギャラリー気候連合 (GCC) [[ここから](#)]
- GCC Fine Art Insurance for Sea Freight (ギャラリー気候連合——美術作品の保険と海上輸送) [[ここから](#)]

・海上輸送(平均的なコンテナ船)1トンキロあたり0.016142kgCO₂e
つまりこれらの数字に基づくと、航空輸送は1トンキロあたり道路輸送の9.6倍、海上輸送は63倍の二酸化炭素を排出することになる。

⁵ ワーキンググループはこの輸送手段の可能性をより正確に把握するため、ベンチマーク調査を実施する予定である。

- GCC Diesel vs. Electric vans (ギャラリー気候連合——ディーゼルバンと電気バンの比較) [[ここから](#)]
- GCC Sea & Road Freight Routes With Emissions Estimates (ギャラリー気候連合——海上輸送および道路輸送のルートと排出量予測) [[ここから](#)]
- Christie's and Crozier sea freight pilot scheme (クリスティーズとクロージエのパートナーシップによる海上輸送パイロット計画) [[ここから](#)]

作品の長距離移動の将来の「望ましい選択肢」として、海上輸送、道路輸送、鉄道輸送をともに目指す取り組み

海上輸送、道路輸送、鉄道輸送が常に可能とは限らないが、美術館エコシステムがこれらの「より環境に優しい輸送方法」、または低炭素排出の選択肢に向かうよう、美術館は以下のステップを採択すべきである。

- 海上輸送、道路輸送、鉄道輸送が可能な場合、輸送業者にそれぞれの見積もりを計画的に依頼すること。
- 輸送業者に対し、明確な二酸化炭素排出量を記載した請求書の発行を計画的に依頼すること。⁶
- 輸送手段別の出来事や排出データを記録し、年間ベースでこれらを分析する。
- 貨物の混載を積極的に行うよう、作品輸送者に助言すること。
- 互惠性を推奨し、独占的な輸送や、「一番最後に荷積みし、一番最初に荷下ろしする」といった特別な条件を相手に課すことなく、また作品の貸与をフレキシブルなタイムスケジュールで考えることを推奨すること。

2.2 クーリエ

バーチャルクーリエ よくある質問⁷

1. バーチャルクーリエの最大の障壁の一つとして挙げられるテクニカルな問題にどのように対処すればいいか？

事前に wi-fi 接続を確認し、接続の問題を解決しておくこと。バーチャルクーリエの作業に使用されるデバイスやシステムはさまざまなので、担当チームは十分な時間を確保し、事前のセットアップをすること。クーリエが詳細を確認するには作品周りのアクションに接近する必要があるため、携帯電話やポータブル電子タブレットを使用することが望ましい。少なくとも 2 台の固定カメラを設置し、1 台は作業スペース全体、もう 1 台は作品に焦点を合わせられるようにしておく。接続の問題が生じた場合の代替案も準備しておくこと。

クーリエの出張手配(フライトや列車の確保、ホテル、日当)は従来、運送会社が行ってきた。バーチャルクーリエの場合、遠隔の監督・監視が成功するために必要な技術を輸送業者とその代理店などに提供してもらうこと。

2. どのようなソフトウェア・システムを使用すればいいか？

⁶ 輸送業者から適切なデータを入手するための依頼文書の例文は、ハンドブック 2(p.9)を参照のこと。

⁷バーチャルクーリエを補償制度対象外としている国の中には、変更を提唱するためのアドボカシー活動を実施しているところもある。

Skype、Microsoft Teams、Zoom など、当該機関が承認した通信手段を使用し、事前に貸出し側／借受け側との互換性について確認をすること。バーチャルクーリエが使用できる手段であること、また使用方法をきちんと理解していることも事前に確認すること。当日前にデモ・テストが必要になる場合もある。

3. 画質が悪い場合、どのように対処するか？

クーリエが作品の微細な変化(絵具の浮き、亀裂、その他作品の表面の状態の懸念箇所等)に気づくことができない場合は、リアルタイムの監督・監視と、レビューとフィードバック用の高画質画像をメールで送信するという、ハイブリッドな手法を検討すること。

また、事前にコンディション・レポートをメールで送り、作品の状態を確認するコンサバターとレジストラーとの事前の打ち合わせを行うことも非常に有益である。

4. 良好なコミュニケーションを実現するには？

- ・ホストとバーチャルクーリエの双方にとってプラットフォームが機能していることを確認する。
- ・展示室の雑音を減らす。
- ・作業を始める前に各人の紹介を行い、これから行われることやその順番を全員に周知させる。また、作業で求められることが整理されていて、明確に伝えられていることを確認する。クーリエが何を見る必要があるのか、誰がその作業を取りまとめ、進めるのかを説明する。必要であれば、バーチャルクーリエが明確化を求められるよう、一旦立ち止まって確認をすること。
- ・現場で作業をするチーム側でコミュニケーションを統括する人を把握し、十分な時間をかけて相互の信頼関係を築くこと。
- ・シームレスなバーチャルクーリエ作業を成功させるには、貸出し側と借受け側の間で、展示・設営前／撤去に関する事前ミーティングを行うことが不可欠である。こうした機会は、作業の詳細の明確化とプロフェッショナルな関係性の強化のためになる。

5. 作品周りのアクションが見えない場合、どうすればいいか？

現場のカメラアングルを調整してもらおう。クーリエ作業を始める前に、展示室の空間を見渡しておくことが役立つ。

デバイスの中には、携帯電話経由でパノラマ／360度ビューや、接写を表示するオプションがあるので、そうしたものをを用いる(Owl Pro、www.owllabs.com は成功率が高い)。

6. 複雑な問題を見落とすリスクを軽減するには？

パートナーとなる美術館を信頼すること(以前に仕事をした経験がある相手であればなおのこと)。輸送業者とその他関係者も同様である(以前に利用した業者であればなおのこと)。作品の輸送とクーリエ作業の前に懸念事項を説明し、先方の能力、リソース、作業方法などの確認をしておく。

作品の輸送中は、位置情報、振動、気候トラッカーなどを用いながら不安要素を払拭していく。

作業中に複雑な問題を感じた場合には、先方のチームに一度作業を止めてもらい、懸念事項を明確に伝える。

端的に言えば、期待や予想(作業で求められることや、生じる可能性のある問題など)の概要を事前に関係者全員で共有すること。また、プロセスを通して学んだ新しいヒントを作業に取り入れていくこと。

7. 実際のクーリエではなく、バーチャルなクーリエを受け入れるよう貸出し側を説得するには？

作品の貸借に関する交渉の際に信頼関係を築くこと。先方が懸念している事柄を把握し、関係者全員で共有することを目指す。互恵的な関係性を提案し、全員が責任を持ってサステナブルな実践に取り組むよう訴える。そのためのメールの例文は8ページを参照すること。

8. アーティスト本人が作品の展示にバーチャルに関わる際にはどうしたらいいか？

バーチャルでできること、できないことを事前に明確にしておく。クーリエがリスクの軽減に効果的に対処できることを、確信を持って相手に伝えておくこと。アーティストが全工程を「ライブ」で監督する必要があるのか、あるいはクーリエが作業を録画し、追ってビデオや画像で確認を求めるので十分なのかを確認しておくこと。

展示の規模や性質に合わせて、展示室全体を撮影する複数のカメラを設置する。混乱を避けるため、アーティストの要望を現場チームに伝えるリーダーを一人決めておく。

9. バーチャルクーリエに求められるものとは？

総合的に考えると、バーチャルクーリエは対面クーリエと同じ姿勢で作業に臨みつつ、そのプロセスが異なることを理解しておかなければならない。

準備を怠らないこと。 作品をよく理解し、作業中に生じる可能性のある問題を把握しておくこと。テクノロジーの使い方を熟知しておくこと。

時間厳守。 時差を把握しておくこと。

時間に対して**フレキシブルに対応すること。** 対面クーリエの作業と同様、予期せぬ事態が起きる可能性もあるので、時間には余裕を持って作業に臨むこと。

作品を移動させる際には、バーチャルクーリエが安全かつ実用的で「望ましい選択肢」であることを、貸出し側と借受け側の共通認識とする

バーチャルクーリエが常に可能とは限らないが、美術館は輸送に際してのリスクを特定し、その緩和方法を考えるプロセスを通じて対面クーリエの必要性を低くし、リスクを緩和する方法が他にない場合にのみ、最終手段としてクーリエを派遣すべきである。美術館は以下のステップを、順を追って考慮しながら意思決定することが望ましい。

1. クーリエを採用しない想定
2. バーチャルクーリエ
3. ローカル(ブックエンド=それぞれの現地の)クーリエ
4. 共通のオンサイトクーリエ
5. オンサイトクーリエ

3. 共有される体験

3.1. 海上輸送のケーススタディ

- ・ケーススタディ1 アムステルダム国立美術館による大型作品の海上輸送(オランダ)[\[ここから\]](#)
- ・ケーススタディ2 ルイジアナ近代美術館における海上輸送(アメリカ)[\[ここから\]](#)
- ・ケーススタディ3 シカゴ美術館における収集作品の輸送(アメリカ)[\[ここから\]](#)

3.2 バーチャルクーリエのケーススタディ

- ・ケーススタディ4 存命アーティストがバーチャルクーリエの役を担う場合——M+にて [\[ここから\]](#)
- ・ケーススタディ5 ニューヨーク近代美術館における 2021 年以降の対面クーリエの削減に関するデータ[\[ここから\]](#)

3.3 バーチャルクーリエをめぐる方針とステートメント

- ・シカゴ美術館——バーチャルクーリエに関するステートメント[\[ここから\]](#)
- ・シカゴ美術館——バーチャルクーリエをめぐる方針[\[ここから\]](#)
- ・スコットランド国立美術館——クーリエに関するステートメントのアップデート[\[ここから\]](#)
- ・スコットランド国立美術館——クーリエに関するガイドライン[\[ここから\]](#)
- ・スコットランド国立美術館——クーリエをめぐる方針[\[ここから\]](#)
- ・テート——クーリエ基本理念[\[ここから\]](#)

4. 実用的なツール

4.1 例文: 貸出し側に送るクーリエに関する情報

アムステルダム国立美術館から作品貸出し側へ
基本的な情報メール

○○御中

アムステルダム国立美術館が提供するクーリエに関して、いくつかの選択肢をお知らせします。その他、実務に関する質問をお送りします。

- 1.埃の除去について——当館の専門チームは毎日、館内および展示室内を巡回し、必要に応じて簡単な作品の埃払いを行います。絵画の額縁(あまり脆弱でない場合)や彫像の埃を払う際には、ダチョウの羽のダスターを使います。借用する作品にこのような埃払いを行ってよいかどうか、作品を取り扱う業者への指示のため、お知らせください。
2. 借用する絵画作品は、鑑賞の際に鑑賞者との距離を保つバリア・柵類を必要としますか？
3. 通常、絵画など借用する作品の裏側には、動体検知機能があるセキュリティタグを付けます。なんらかの動きが検知された際には、作品にもっとも近い警備員と中央管理室に警報が送られます。このようなタグを借用する絵画(額)の裏側につけることを希望されますか？
4. 絵画の額縁の寸法

クーリエに関して、ご検討いただきたいいくつかの選択肢をお伝えします。

1.対面クーリエ

作品の設置および／または輸送の際にクーリエ派遣をご希望の場合、ホテルの手配と日当を支給いたします。

2.バーチャルクーリエ

貸出し作品設置の監督をバーチャルで行う場合は、予定時刻に Microsoft Teams のミーティングにクーリエの同席をお願いいたします。当方のレジストラー1名がクーリエとすべての手順を確認し、作品を取り扱う業者とクーリエの仲介をします。当方のコンサバター1名が作品のコンディションチェックを行い、クーリエと詳細や質問事項について話し合います。コンディションレポートは当方で署名します。作品設置後にスキャンコピーをお渡しします。

作品の到着と荷降ろしは、当方のレジストラー1名が監督します。クレートは安全性の高い保管場所に置かれるか、展示室に直接運び込まれます。

3.クーリエなし

クーリエの派遣をされない場合は、当方のレジストラー1名が作品の輸送と設置を注意深く監督します。当方のコンサバター1名が作品のコンディションチェックを行い、コンディションレポートにサインをします。作品設置後にスキャンコピーをお渡しします。また、作品の設置状態の写真をお送りすることも可能です。

ご質問がございましたら、いつでもご連絡ください。

レジストラ署名

レジストラ課

T:

M:

4.2 クーリエ判断ツール——ARK

ARK クーリエ判断ツール(2021年8月)は、もっとも適したクーリエの種類を判断するための非常に実用的なツールである。アクセスは[こちら](#)から。

4.3 ARK バーチャルクーリエ・トレーニングの枠組み

このクーリエトレーニングの枠組みは、イギリスレジストラ団体(UK Registrars Group)、オランダレジストラ団体(Nederlandse Registrars Groep)および北欧[デンマーク、フィンランド、ノルウェー、スウェーデン]レジストラ団体(Nordic Registrars group)が慎重に検討を重ね、共同開発したものであり、バーチャルクーリエに関する記述も含まれている。枠組み、その他必要なトレーニングツールや情報は[こちら](#)から。

4.4 輸送手配のための例文——テートの場合

環境要件

サステナビリティはテートにとって最優先事項である。美術館が二酸化炭素排出量の追跡と削減に関して成熟の段階に入ろうとしている今、私たちは炭素会計をめぐる意思決定に際し、財務会計上の意思決定と同様に、各関係業者やサービスプロバイダーに対してより多くの情報提供を求めなければならない。

すべての関係事業者は、本契約に含まれる輸送業務に伴い、毎会計年度に以下の車両情報を提供することが望まれる。

- ・車種
- ・車齢(道路輸送の場合)
- ・燃料の種類
- ・走行距離

事業者はテートに対し、四半期ごとに個々の展覧会のカーボンフットプリントを算出する際に必要とされる主要データを提供すること。以下の項目を記すこと。

- ・ケース入り/梱包された作品の重量(kg)
- ・作品の受け取り場所
- ・作品の引き渡し場所
- ・輸送距離(km)
- ・政府による排出量算定のための換算係数の中で定義されている輸送タイプ

これらは四半期ごとにエクセル互換フォーマットで、調達責任者(Head of Procurement)にメールで送ること。以下の記入済みテンプレートを参照。請負業者は、契約によって生じる環境への影響を考慮し、以下を含むがこれに限定されないすべての関連法規及び法的要求事項を遵守することにより、その低減に努めな

ればならない。

- ・欧州共同体への植物または植物製品に有害な生物の持ち込みおよびその拡散に対する保護措置に関する EU 委員会指令 (Commission Directive) 2006/14/EC (2000/29/EC の付属書 IV を改正するもの)
- ・木材および木材を原料とする製品 (市場への流通) 規則 2013 年 (SI 2013/233)
- ・木材および木材を原料とする製品の合法的かつサステナブルな調達を政府調達方針に沿って確保すること。 <https://www.forestry.gov.uk/forestry/infd-9asj8n> を参照。
- ・政府調達基準の必須要素 <http://sd.defra.gov.uk/advice/public/buying/products/> および最良の実践、テートの禁止物質リスト [要望に応じて提供可] を遵守すること。
- ・最新の環境仕様・基準を反映するための改善を提案すること。例えば、低/ゼロ VOC (揮発性有機化合物) 塗料、リサイクル可能な材料を含むまたはそれ自体リサイクル可能な梱包材、高燃費・低排出ガス車両の使用など。
- ・発生場所での無駄をなくすことで、廃棄物を最小限に抑えること。

[翻訳:河野晴子]