

文化庁と大学・研究機関等との共同研究事業

「文化財の保護活用を進めるための科学調査研究」に関する委託業務成果報告書

事業期間

2021 年 6 月 3 日—2022 年 3 月 31 日

筑波大学

松井敏也

1. はじめに

歴史的建築物・構造物は文化財指定・登録を含めると一万数千件となり、今後ますます増加の一途をたどる。これらの文化財の活用は、観光や地域活性の一翼を担うであろうことは、改正された文化財保護法が目指す“活用”を重視した政策からも明らかなことである。近年、歴史的建築物・構造物はそれらの本来の用途で活用されるだけでなく、美術館や博物館、飲食店やイベントスペースとして活用されることが多くなってきている。所有者等は活用の際に保存活用計画等を策定するが、建物や構造物の場合、活用によって文化財が持つ価値を損なわない事が求められている。活用による建物等の内装材や構成素材に及ぼす影響を評価する基準やそれらを裏付けるデータは不足している現状である。

本研究はユニークベニユーによる文化財の活用が、会場となる文化財を構成する素材に及ぼす影響を自然科学的手法によって明らかにすることを目的とする。文化庁によればイベント等への活用に寄る文化財への影響調査を希望する都道府県および市町村は多く、ユニークベニユーによる活用に対する自然科学調査とその評価の重要性が増していると考えられる。本報告では次に挙げる文化遺産を対象に活用時の環境変化を把握した結果を報告する。

2. 対象遺産

- ①京都文化博物館別館〔京都市〕（国重要文化財）
- ②元離宮二条城二の丸御殿台所〔京都市〕（国重要文化財）
- ③旧萩藩校明倫館〔萩市〕（国史跡）内、萩・明倫学舎本館
- ④旧萩藩御船倉〔萩市〕（国史跡）
- ⑤熊谷家住宅〔大田市〕（国重要文化財）
- ⑥白川郷旧中野長治郎家住宅〔白川村〕（岐阜県重要文化財）
- ⑦白川郷旧遠山家住宅〔白川村〕（国重要文化財）
- ⑧牛久シャトー本館〔牛久市〕（国重要文化財）
- ⑨富岡製糸場西置繭所〔富岡市〕（国宝）

3. 使用機器

計測に使用した機器は次の通り。各遺産で計測した項目は異なり、本報告でデータ記載のない場合はその計測を実施していないことを示す。

温度湿度 CO₂ データロガー：Onset 社 HOBO MX1102A
微小粒子状物質（PM）計測：Purple Air 社 PA-II Dual Laser Air Quality Sensor
有機ガス TVOC 計測：TENAX 管 GC-MS 分析
検知管計測：北川式検知管

4. 各遺産での結果

①京都文化博物館別館 [京都市] (国重要文化財)

・CO₂計測結果

図1にCO₂挙動を示す。新型コロナウイルス感染症対策（2020年2月以降）による休館および換気や密を避けたイベントの開催により、CO₂濃度が高くなる開館日は少ない。2021年は4月25日より5月31日は閉館であった。新型コロナ流行前は換気に注意を要する1000ppmを大きく上回る日が大きく、翌日以降へのCO₂の蓄積も懸念されていたが、新型コロナ対策として来館者人数の制限、換気の励行、イベント内容の見直しなどにより、CO₂濃度が抑制されていることが見て取れる。CO₂濃度800ppmを超えるイベントに焦点を当て、人数との関係を図2にプロットした。年度の上半期には演奏会が多く、人数を限っての開催となっているが、夕刻からの短時間での開催では1000ppmを超えるイベントが見受けられた。連続で同様のイベントが開催される場合（例えば8月13-15日）は翌日へのCO₂の影響が見受けられた。また7月下旬からイベントが頻繁になる時期は蓄積する傾向が見られた。

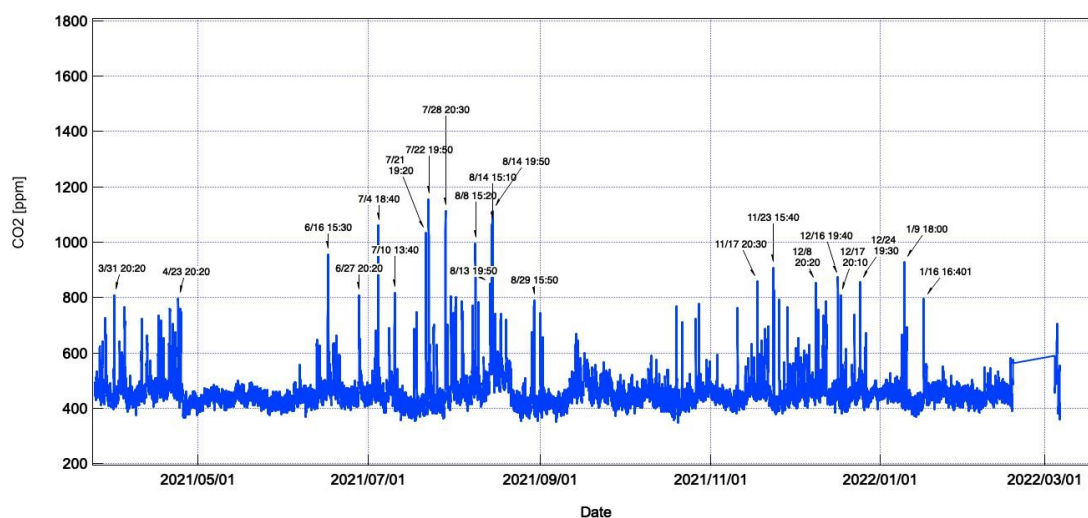


図1 京都文化博物館別館のCO₂挙動

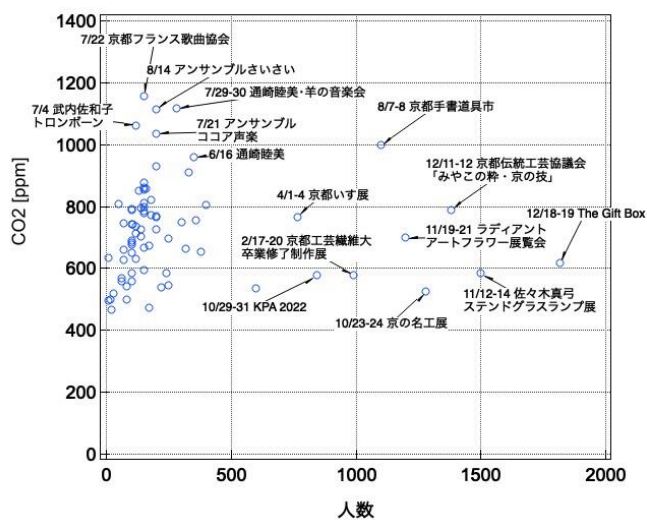


図 2 主な CO₂ 挙動と来場者数の相関

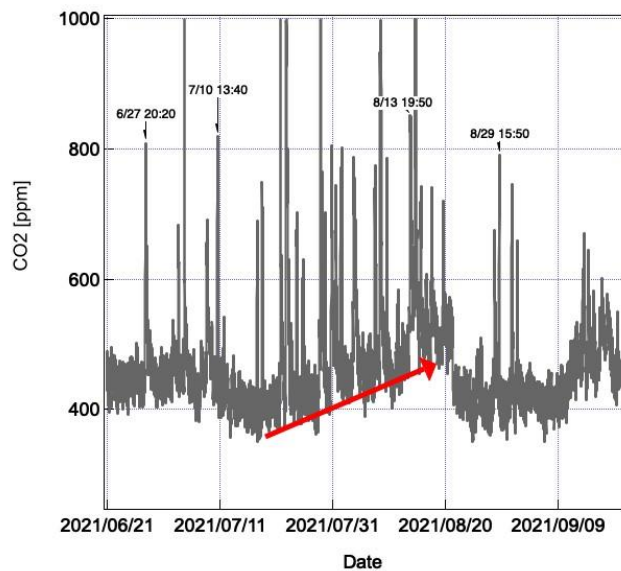


図 3 夏場のイベントが連日開催されるとき CO₂ の増加現象

・微小粒子状物質（PM）計測結果

図 4 に PM 計測結果を示す。12/20 に非常に高い計測値が得られた。館によるとこれは休館日を利用した害虫駆除作業日に当たり、日付が変わるころにはほぼ沈降し、作業前の基底状態に戻っていることがわかる（図 4、5）。

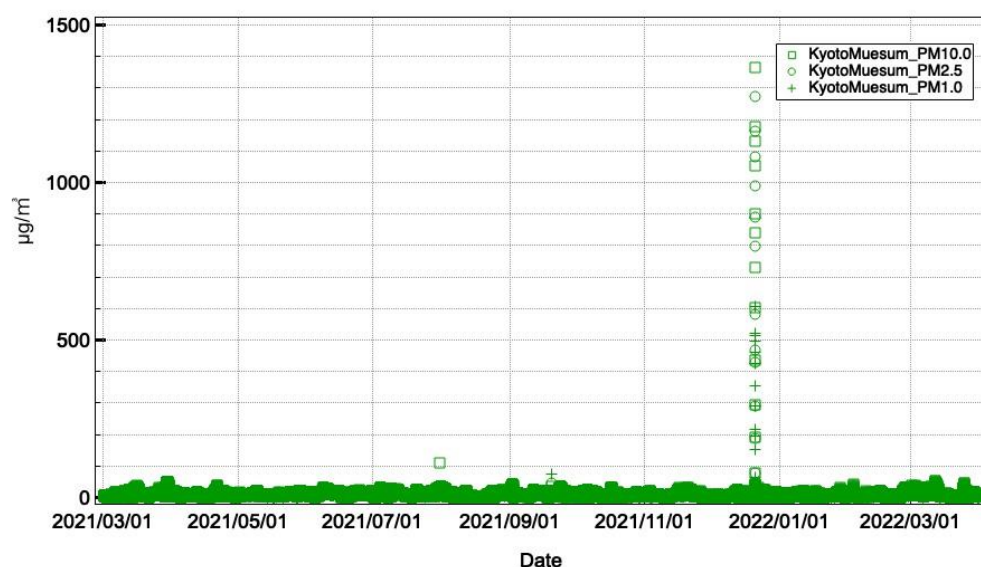


図 4 京都文化博物館別館の 2021 年 PM 挙動

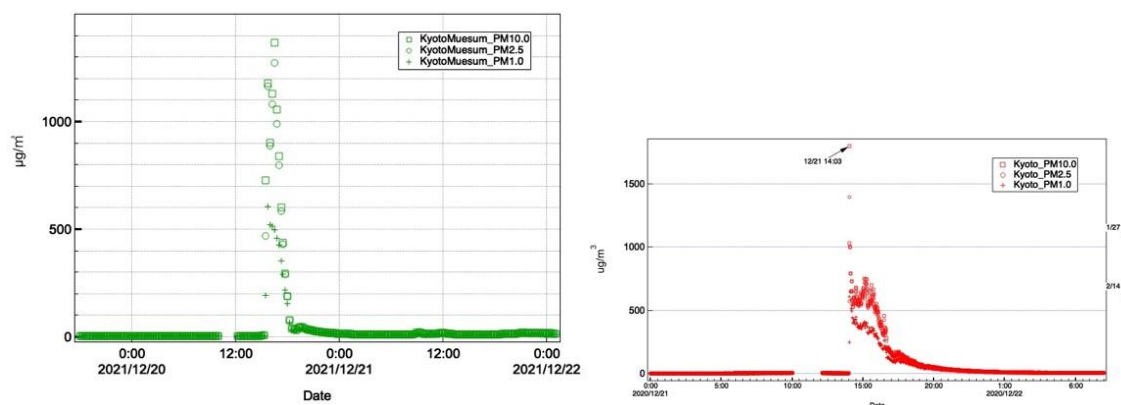


図 5 京都文化博物館別館 2021 年 12 月 20 日の PM 挙動。右は昨年の燻蒸日 12 月 21 日

・有機ガスTVOC計測結果

京都文化博物館別館で開催されたARTISTS' FAIR KYOTO 2022（2022年3月3日ー10日）における全揮発有機ガス（TVOC）の経時変化調査を行った。計測は3月5日13:40、21:00、6日6:00、13:00 から各90分間室内空気をTENAX捕集した。測定箇所は別館1階北側である。測定結果を表1に示す。その日の閉館並びに出展者の退出がほぼ終了し屋外との扉の開閉がなくなった時間ではおよそ1割の減少が見られた。その後、空調機が停止したまま翌日朝6時からの計測ではさらにTVOC量の増加が見られた（昨年のアートフェアイベントでは3割の減少）。3月6日は前日より減少した。

これら GC-MS のスペクトルを図6に示す。さらに成分の増減を確認するために各測定間の差分を表した図を図7に示す。ベースラインに対して、プラス値は減少量が多いことを

示し、マイナス値はその成分が増加したことを示す。活用時間中は Ethanol や有機溶媒、アルデヒド、シロキサン等の挙動が大きいことがわかる。閉館後に Ethanol は大きく減少しているが、Diethyl carbitol や α -Pinene、Acetic acid methyl ester などは夜間から翌朝にかけて検出されている。これはイベント、作品に用いられた材木や樹脂、塗料などからの揮発物質が館内に充満しつつあることを示している。また、塩化ビニル樹脂可塑剤として用いられる 2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate は 6 日まで多く検出されるが、6 日の日中は大きく減少している。ほかにも Diethyl carbitol や α -Pinene、Propylene glycol なども 6 日の日中は減少している。開催初日はイベントに用いられる資材や作品からの揮発が多いが、換気の励行もあってか、2 日目には減少していることがわかった。このように揮発有機ガスのモニタリングを把握することが可能であった。

表 1 TVOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 測定結果

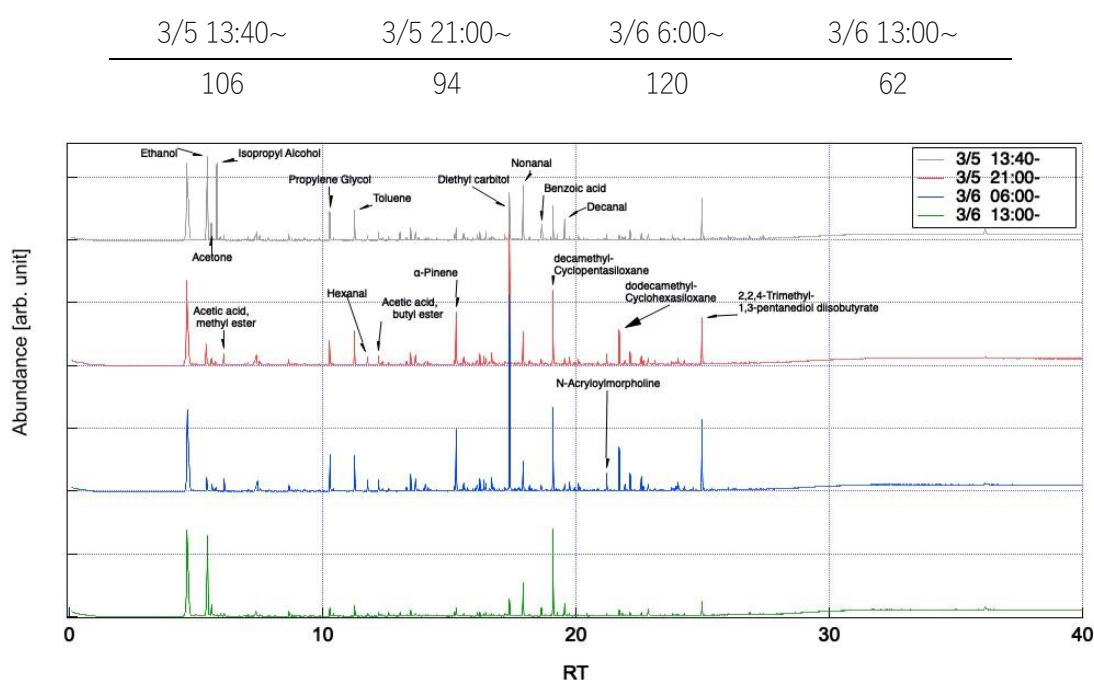


図 6 京都文化博物館別館イベント 3/5-6 の GC-MS 分析結果

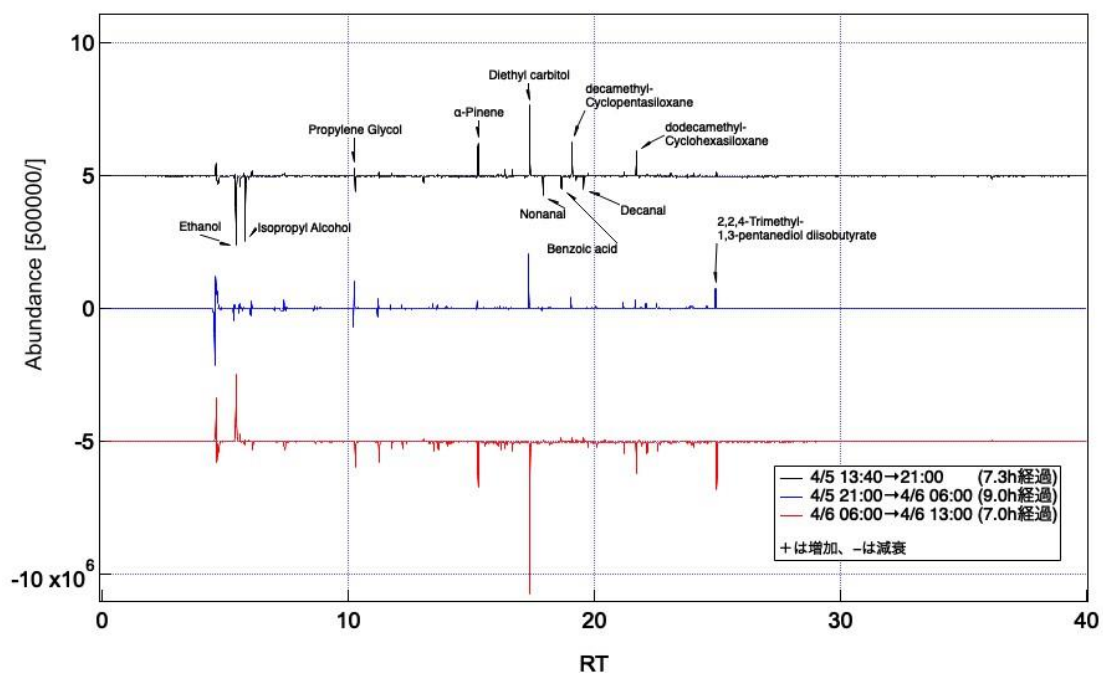


図 7 京都文化博物館別館イベント 3/5-6 における VOC 変化

表 2 精密検知管法による測定対象と測定条件

対象物質	検知管型式	流量 (mL/min)	時間 (min)
アンモニア	北川式検知管 No.900	400	約 60
有機酸	北川式検知管 No.910	200	約 60
ホルムアルデヒド	北川式検知管 No.710A	300	約 30

また気体検知管を用いた計測を実施した。各測定対象物質と測定条件などを表 2 に示す。計測は 3/5 13:40-、3/6 1:00-、3/6 13:00-である。その結果を表 3 に示す。美術館博物館で推奨値とされる値を大きく下回っていた。

表 3 検知管による測定結果

対象物質	推奨値	3/5 13:40-	3/6 1:00-	3/6 13:00-
アンモニア	22	10	—	—
有機酸	酢酸430 蟻酸20	20	20	—
ホルムアルデヒド	100	<12	<12	<12

単位はすべて $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、—は変色せず

②元離宮二条城二の丸御殿台所〔京都市〕(国重要文化財)

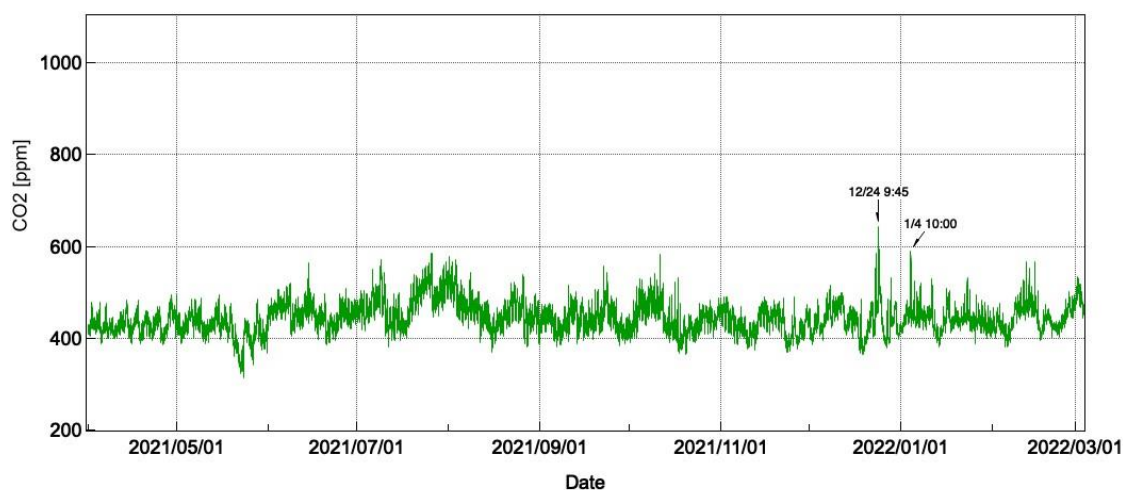


図 8 元離宮二条城二の丸御殿台所の CO₂ 挙動

図 8 に CO₂ 挙動の計測結果を示す。12/24、1/4 はイベント開催（1/13～）に伴う什器の搬入による上昇と思われる。イベント内容は展示が主であり、年間を通してイベントによるものと思われるピークは見られていない。

図 9 に温度、湿度データを示す。温度変化は小さく、年を通して緩やかに変動している。相対湿度も平均 65RH%を示し、外気の影響を受けつつも変動は小さい。

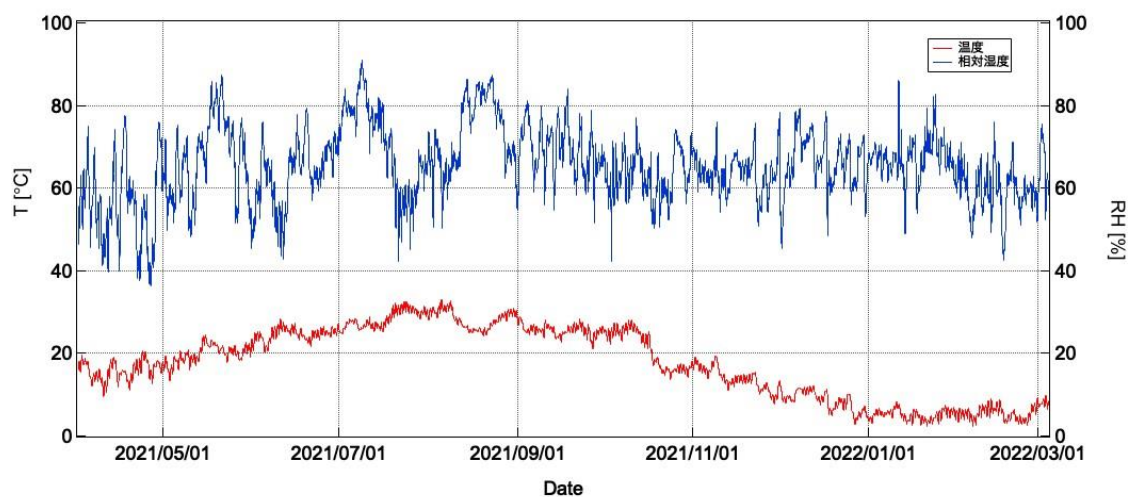


図 9 元離宮二条城二の丸御殿台所の温度と相対湿度挙動

③旧萩藩校明倫館〔萩市〕（国史跡）内、萩・明倫学舎本館

本館多目的復元教室内に設置した。図 10 に CO₂ 挙動を示す。400ppm 後半から 500ppm が平時の基底値と考えられるが、図中にマークした日はその基底値の倍近い値が計測された。春から夏にかけて高濃度となる日が多く、秋から冬は 1000ppm の日が多く観測された。

これらは何かしらのイベントの影響によるものと考え、その内容を市に照会した。

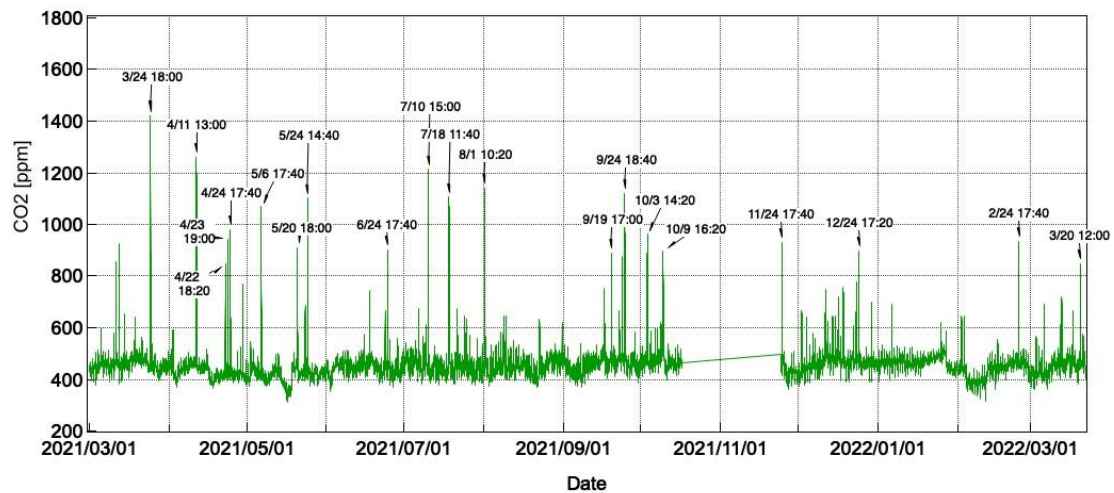


図 10 萩・明倫学舎本館多目的復元教室内の CO₂ 挙動

管理者から回答のあった内容は以下の通り。

4/11・・・285 人
4/22・・・78 人
4/23・・・129 人
4/24・・・136 人
5/6・・・96 人
5/20・・・115 人
5/24・・・160 人
6/24・・・115 人（貸館）
7/10・・・180 人（貸館）
7/18・・・326 人（ワークショップ）
8/1・・・752 人（イベント）
9/19・・・429 人（貸館）
9/24・・・332 人
10/3・・・615 人（ワークショップ）
10/9・・・849 人（貸館）
11/24・・・260 人（会議）
12/24・・・120 人
2022 年 2/24・・・120 人
3/20・・・1004 人（イベント）

図 11 にこれらのイベント人数とその日の最大 CO₂ 濃度を示す。人数と CO₂ 濃度の関係を見出す事ができなかった。図 12 にワークショップで 326 人来場があった日の CO₂ 挙動を示す。午前と午後にピークが現れ、到達濃度は高くない（1100ppm 以下）ものの夕方おそらく閉館時間（17 時）で減衰が緩やかになり、翌朝明け方にまで影響が残ることがわかる。

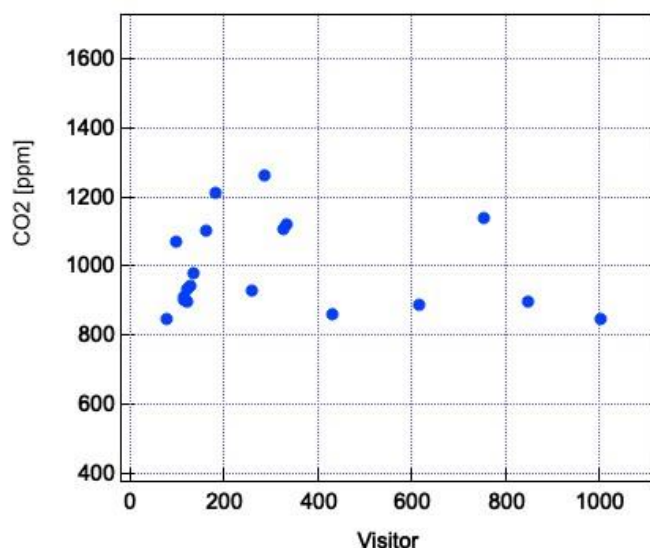


図 11 来場者数と CO₂ 濃度

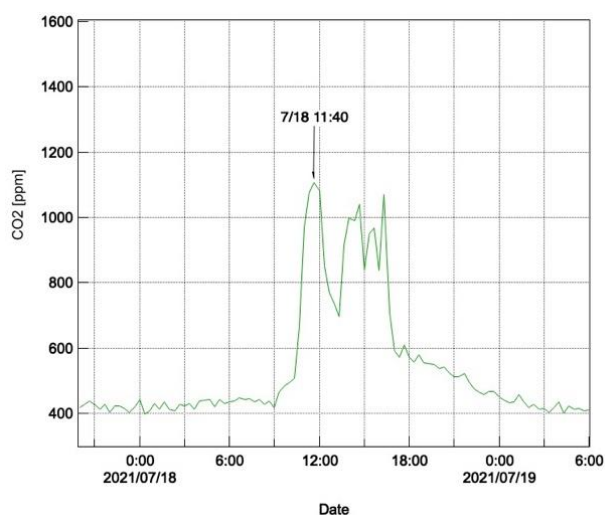


図 12 7/18 の CO₂ 挙動

図 13 に PM 計測結果を示す。昨年と比べて PM1.0 の増減が非常に大きい結果となった。近隣の環境省による計測地点（益田市）の PM2.5 濃度との比較を図 14 に示す。益田市で計測される PM2.5 の挙動とは異なり、明倫館は特有の状況を示していると思える。この PM1.0

の突出したデータの原因についてはまだ不明であり、今後の要検討事項である。

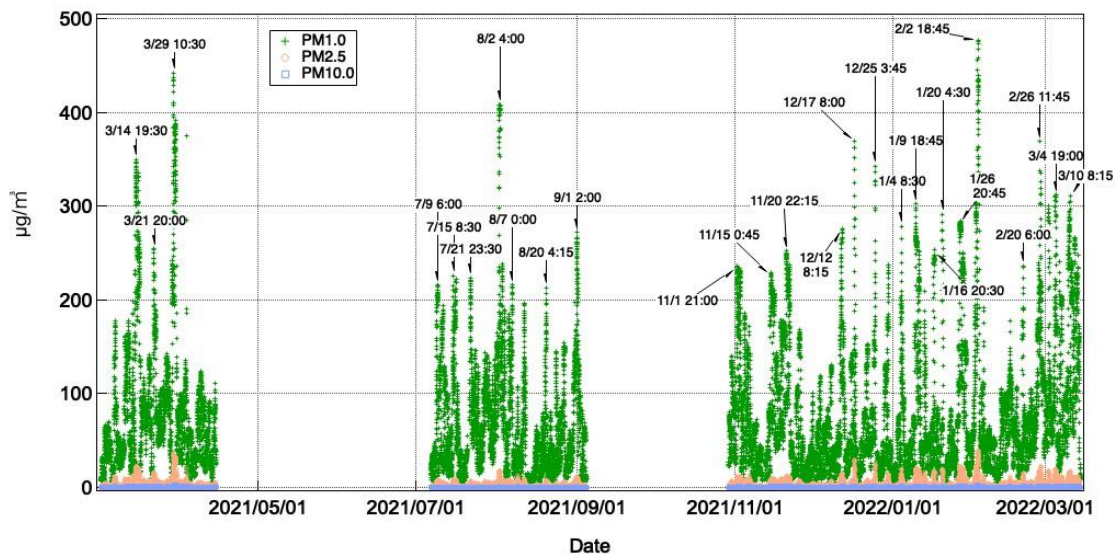


図 13 萩・明倫学舎における PM 挙動

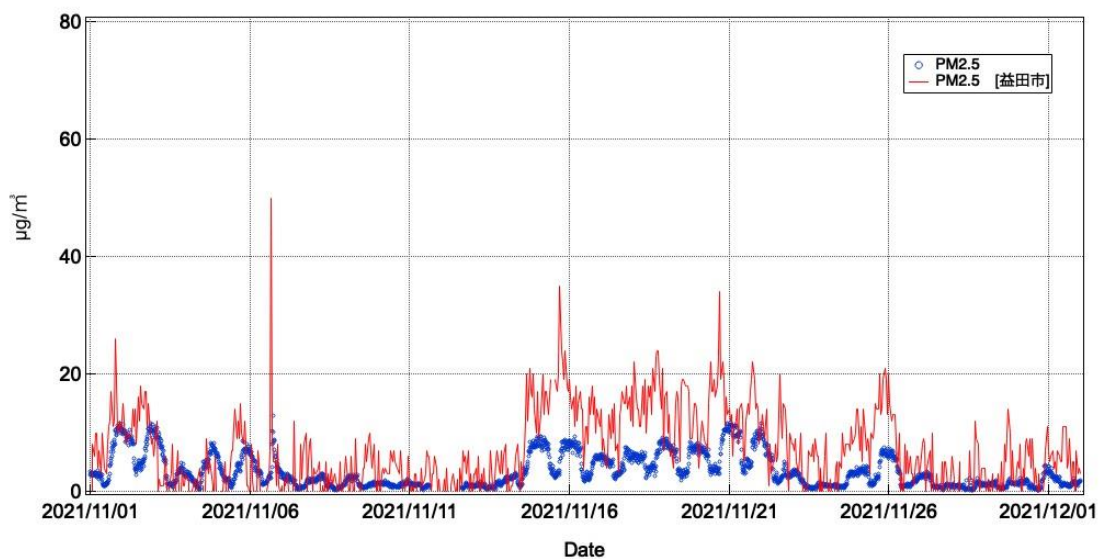


図 14 環境省による計測地点（益田市）の PM2.5 濃度 11 月との比較

④旧萩藩御船倉〔萩市〕（国史跡）

御船倉では 2021 年度のイベントは市によると 1 件のみであり、7/22 18 時-21 時(設営は 12 時から、撤収は 21 時以降で実施)に催され参加人数は 150 名であった。図 15 に CO₂ 挙動を示す。いくつかピークが認められたが、その時間が早朝や未明、夜間などであり、このイベントに起因するものではない。7/22 のイベントに伴うピークの変化は認められず、影響はほぼないものと言える。

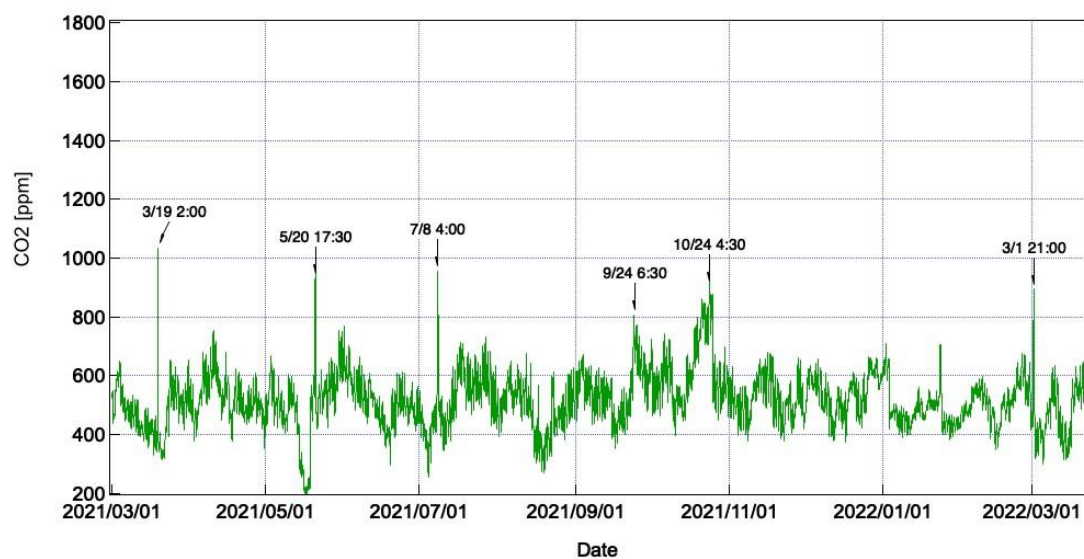


図 15 萩藩御船倉の CO₂ 挙動

⑤熊谷家住宅〔大田市〕（国重要文化財）

図 16 に CO₂ 挙動を示す。10 月下旬までは開館（火曜休館日）していたものの新型コロナウイルス感染症対策による行動制限により、ほとんど観光客がない日々であったとのことである。図 17 に 10 月下旬から観光客が戻り始めた頃からの CO₂ 挙動を示す。

下に高濃度 CO₂ ピークを持つ日の内容について管理者からの回答を記す。

10/23	菓子と暮らしの歳時（談話・お茶会）	98 名
11/11	体験学習（かまど）	55 名
11/17	イベントなし	
11/20	花展（生花展示・お茶会）	134 名
11/21	花展（生花展示・お茶会）	116 名
12/8	ぽち袋	16 名
12/12	ぽち袋	47 名
12/16-1/27	年末年始閉館を除きイベント等なし	
1/27-2/20	新型コロナ蔓延防期間のため休館（ただし職員は出勤）	
2/2	ストーブ稼働試験	
2/14	お雛様飾り付け	
2/18	お雛様飾り付け	
2/23-24	イベントなし	
2/25	あずま袋作り	
2/25-3/27	おひな様展（来場人数は計測せず）	

最も CO₂ 濃度が高かった 1 月 14 日は 2000ppm まで上昇しているが管理団体からによるとイベントの開催はなく原因は不明である。

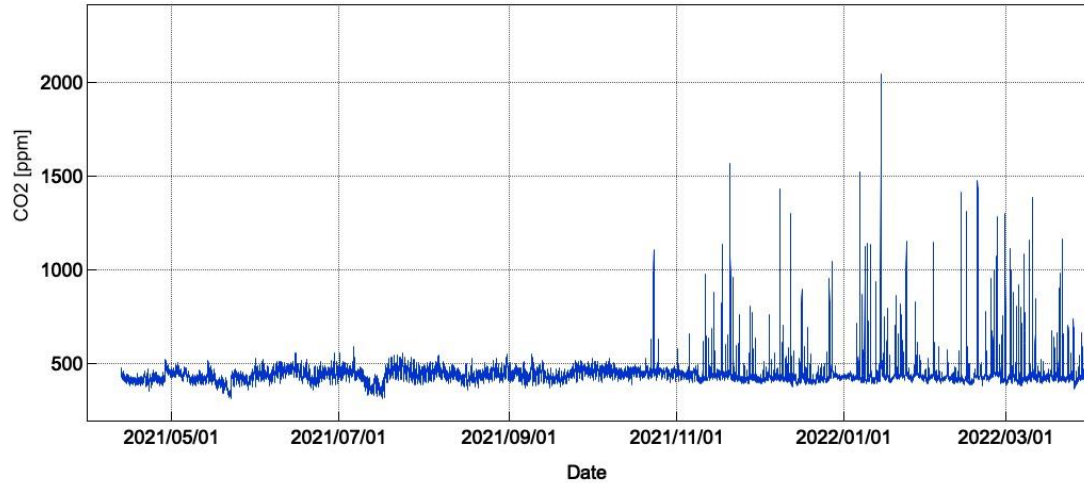


図 16 熊谷家の CO₂ 計測結果

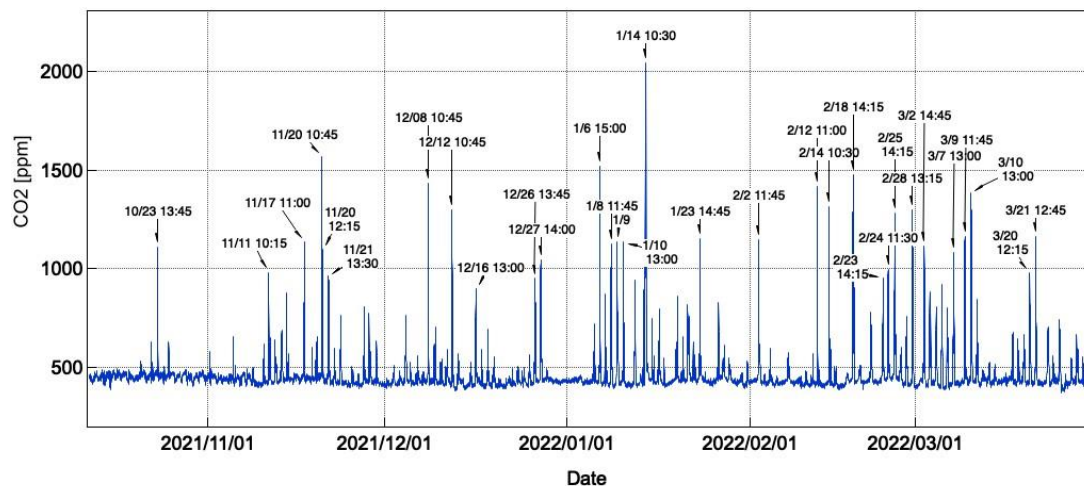


図 17 熊谷家の CO₂ 計測結果

施設では冬期に石油ストーブを使用しており、それによる影響を調べるために休館中の 2022 年 2 月 2 日 11:20-11:50 までストーブを点灯した。図 18 にその挙動を示す。おおよそ 1200ppm にまで上昇し、その後緩やかに下降している。ストーブを消化後、部屋の出入りがなくなると一旦少し上昇した後に夜にかけて減少し、日付が変わるころに元の値(点火前)まで戻っている。当該施設の空気質の挙動をよく示しているといえる。

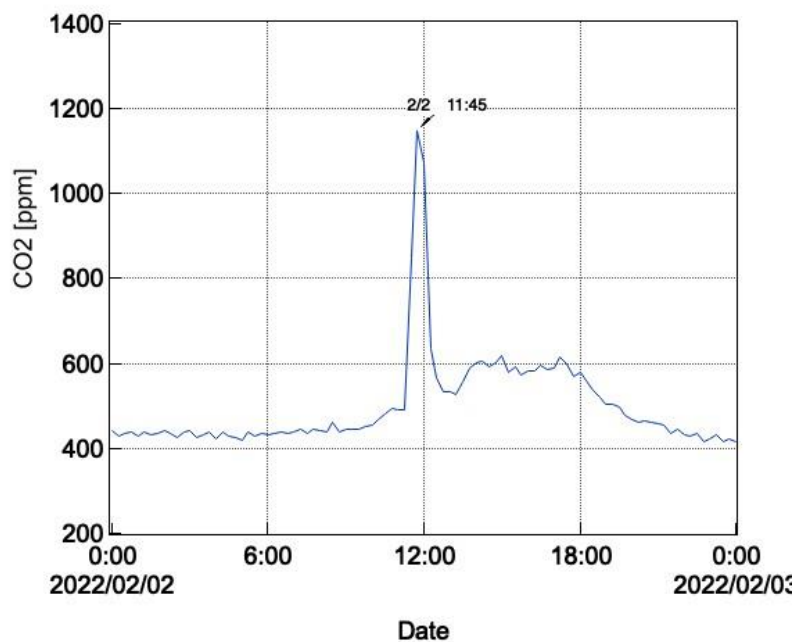


図 18 石油ストーブを 11 時 20 分から 30 分間使用したときの CO₂ 挙動

図 19 に PM 計測結果を示す。

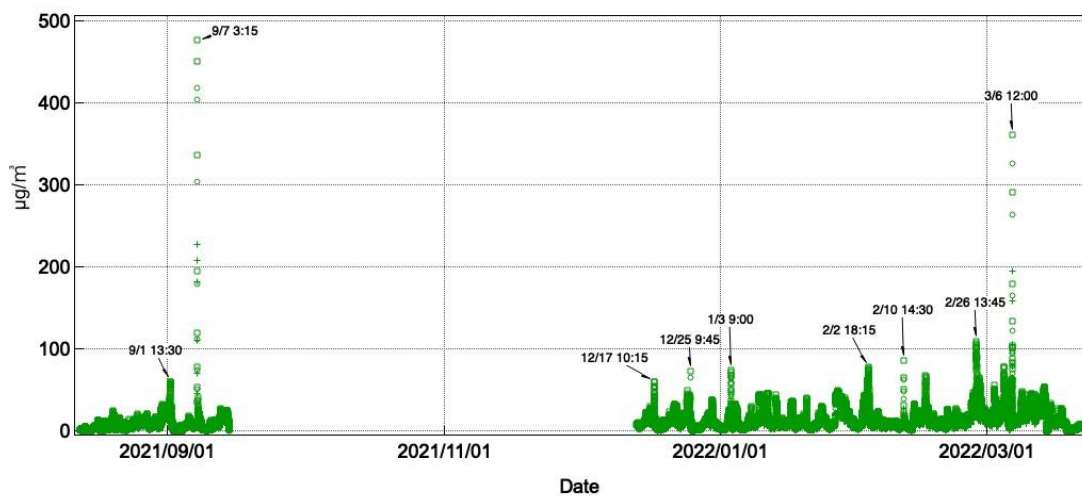


図 19 熊谷家における PM 挙動

9/1、9/7、12/17、12/25、1/3、2/2、2/10、2/26、3/6 に高濃度の PM が記録されている。特に 9/7 と 3/6 は突出している。12/17 から 3 月まではほとんどイベントがなく、年末年始の期間はスタッフの出入りもない日であるが、PM 濃度の上昇が見て取れる。外気の影響の可能性もある。2/2 は上に述べたとおり石油ストーブの点灯によるものである。

図 20 に 2022 年 1 月の環境省提供の大田市の PM_{2.5} データを併せて表した。その挙動は

ほぼ似ており高濃度の PM は外気からの影響によるものと考えられた。

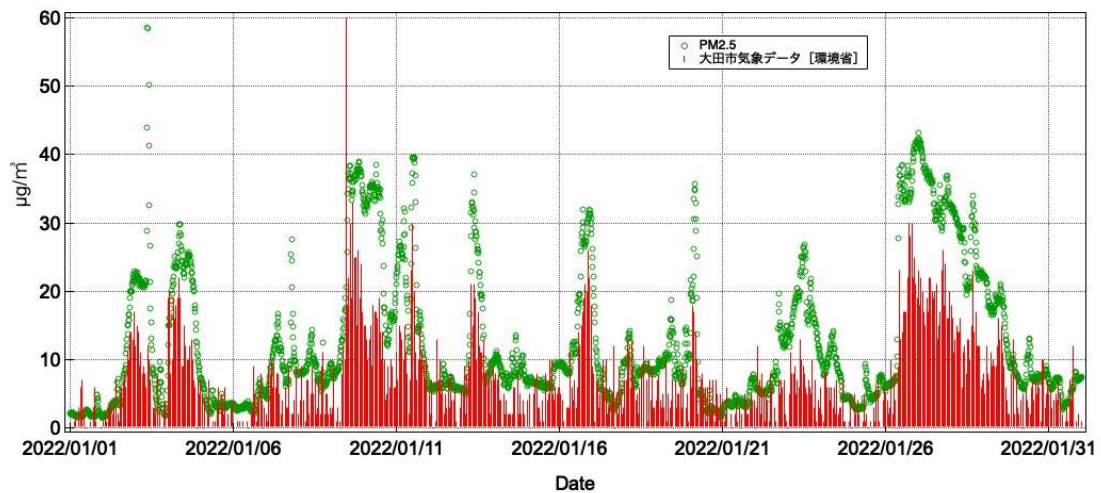


図 20 環境省による計測地点（大田市）の PM2.5 濃度 1 月との比較

⑥白川郷旧中野長治郎家住宅〔白川村〕（県重要文化財）

図 21 に CO₂ 挙動を示す。ほとんどの日で 400ppm から 500ppm を示した。12/2、12/10 の 2 日間 CO₂ の上昇が認められた。12/2 は団体（140 名）の昼食会場として利用し、午前から正午ころにかけて石油ストーブを使用したとことであった（図 22）。昼食後は速やかに元の状態まで下がっており、石油ストーブを伴う使用の影響は殆どないと言って良い。12/10 は団体（160 名）が当該施設がある民家園に来園している。石油ストーブは未使用との回答を得ているがおよそ 900ppm まで濃度が上昇している。こちらも 12/2 と同様、変化前の値にまで速やかに戻っており、空気質が回復しているように考えられる。

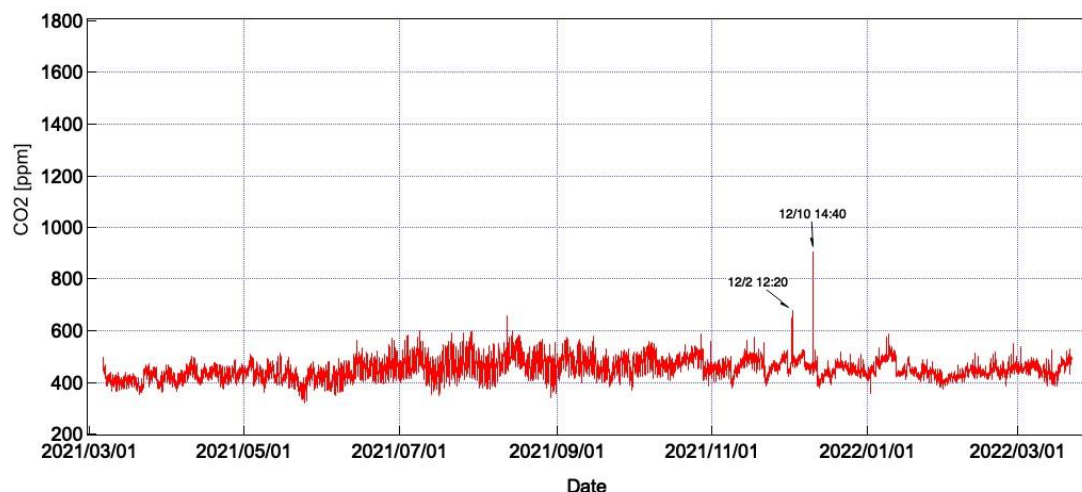


図 21 白川郷旧中野長治郎家住宅の CO₂ 挙動

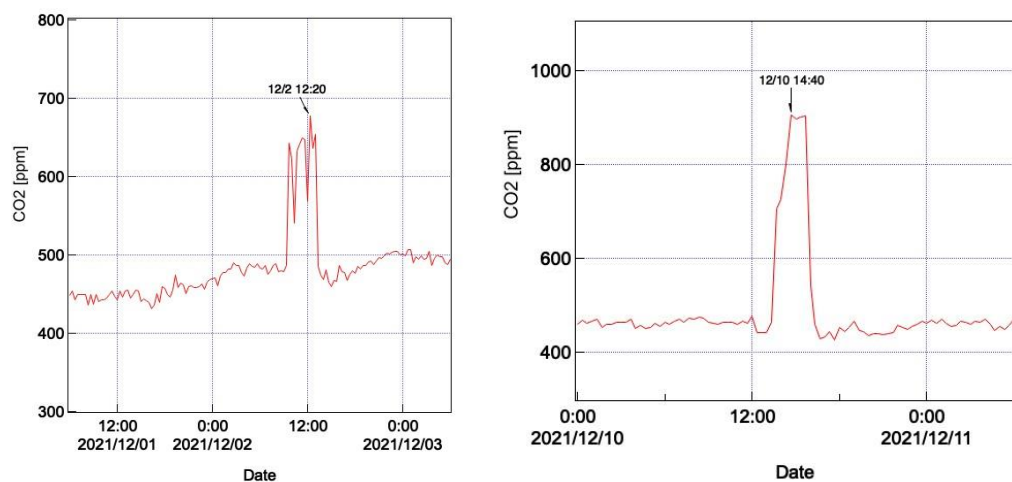


図 22 白川郷旧中野長治郎家住宅における 12/2（左図）、12/10（右図）の CO₂ 挙動

図 23 に PM 計測結果を示す。PM2.5 に関していくつかピークが見られたが、これらの日について管理者に照会したところ、イベント等の特記事項はなく平時であったとのことである。CO₂ データからもわかるように非常に換気が良い建物であり、外気の流入が大きく、自然環境の影響を受けているものと推測される。

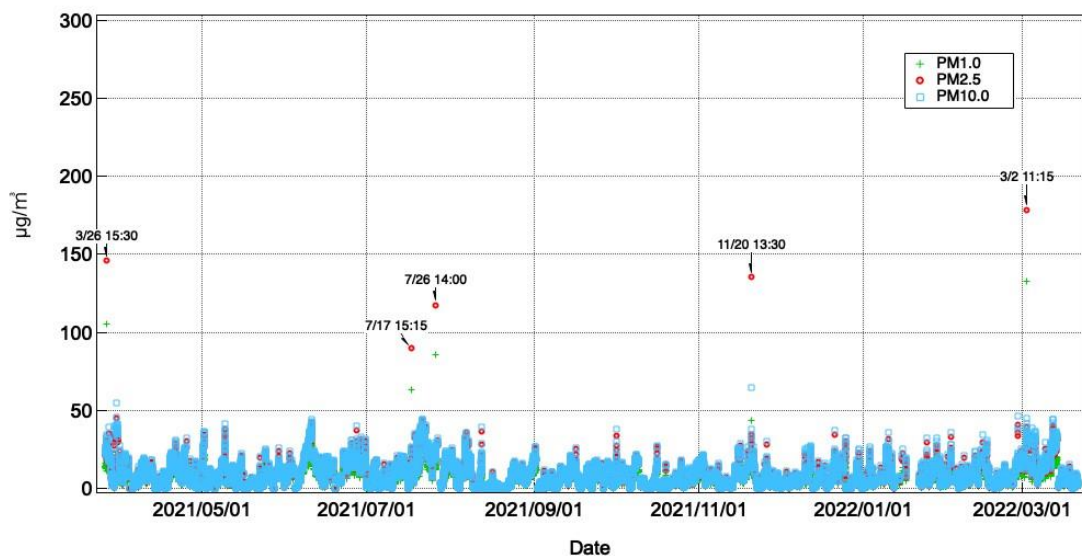


図 23 白川郷旧中野長治郎家住宅における PM 挙動

⑦白川郷旧遠山家住宅〔白川村〕（国重要文化財）

図 24 に CO₂ 挙動を示す。4 月の濃度の上昇については何かのイベントもなく入場者数も一桁台がほとんどであり、起因する事象が見当たらなかった。11 月以降を別図として図 25 に示した。ピークのほとんどが昼近くもしくは午後に集中している。管理者によると

11 月-2 月は寒いので基本的に開館日に囲炉裏と石油ストーブを使っているとのことであった。イベント内容は通常の施設見学と白川村郷土料理のすったて汁づくり体験が主となる。管理者からのイベントの回答内容は以下の通り。イベント人数と CO₂ 濃度の関係は見られなかった。

日付	来館者数	備考
10/24	13	特記事項無し
10/25	1	特記事項無し
10/28	5	特記事項無し
11/3	14	特記事項無し
11/15	7	特記事項無し
11/17	休館	
11/18	2	特記事項無し
11/21	28	団体
11/22	2	特記事項無し
11/26	1	特記事項無し
11/29	3	すったて汁体験
12/3	1	特記事項無し
12/5	6	雪囲い作業
12/10	4	特記事項無し
12/11	2	特記事項無し
12/12	5	すたって汁体験
12/21	1	テレビ対応
12/26	0	特記事項無し
1/7	6	すたって汁体験
1/27	2	すたって汁体験、屋根雪下ろし作業
1/31	2	ごはんプロジェクト
2/12	2	南北両側小屋根雪下ろし
2/20	7	特記事項無し
3/10	0	特記事項無し
3/14	0	特記事項無し

11/15 から 11/22 までの CO₂ 濃度を図 26 に示す。CO₂ 濃度が最大値を経た後減少するが、中野家と異なり元の状態に戻る前に減少傾向が鈍化する傾向が見て取れた。その部分の拡大を右図に示す。これは換気の効率が悪くなったことを示しており、中野家とは異なる

り基底値まで戻る前に部屋の扉や窓の開閉状態が変わったためと思われる。あと 30 分から 1 時間程度、イベント後の状態を変えずに保つと基底状態に戻ったものと思われる。

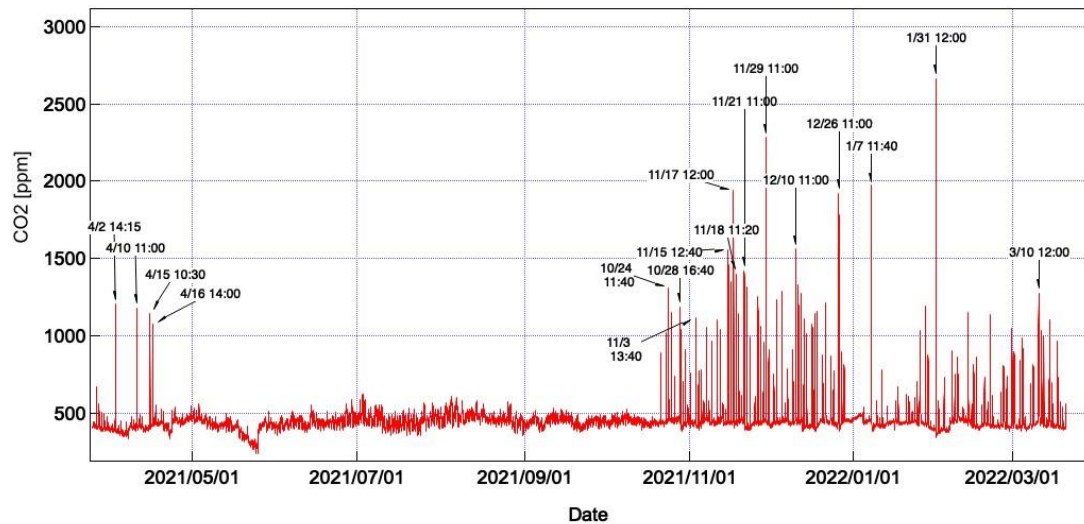


図 24 白川郷遠山家住宅の CO₂ 挙動

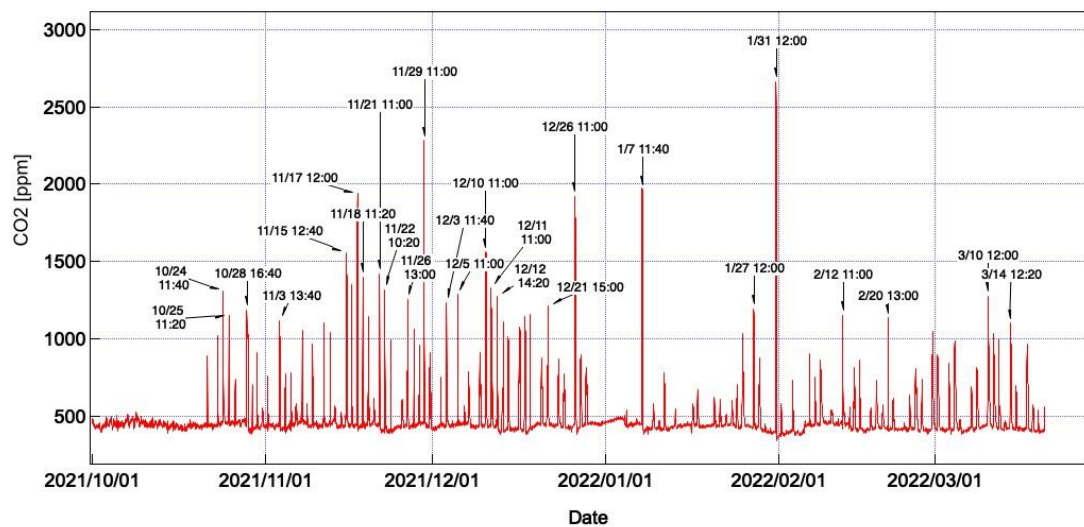


図 25 遠山家におけるイベントと CO₂ 濃度分布

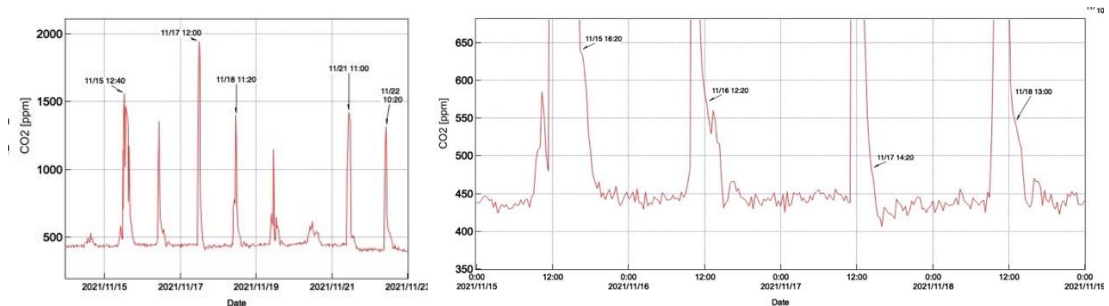


図 26 11/15-20 の CO₂ 挙動 (右図は一部拡大)

⑧牛久シャトー本館2階〔牛久市〕（国重要文化財）

図 27 に計測した本館2階の CO₂ 挙動を示す。また図 28 に縦軸濃度を変更した CO₂ 挙動を示す。

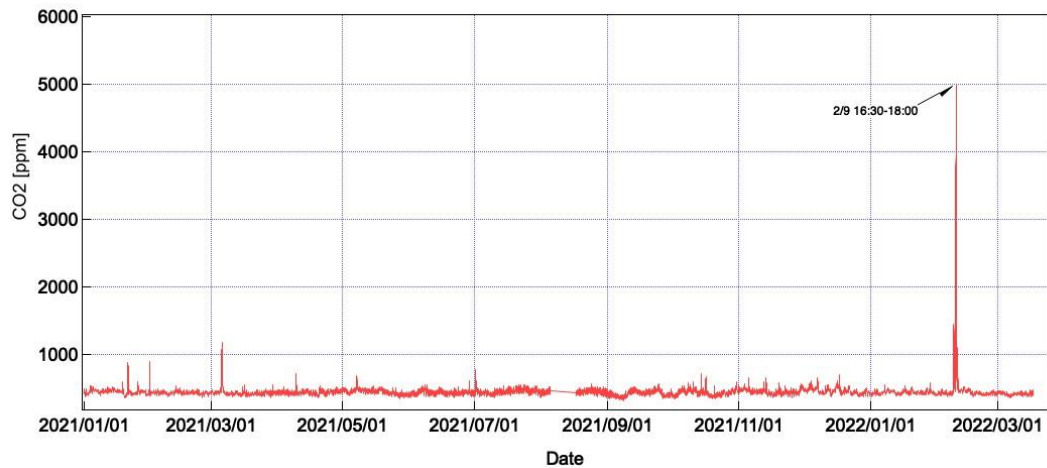


図 27 牛久シャトー本館2階の CO₂ 挙動

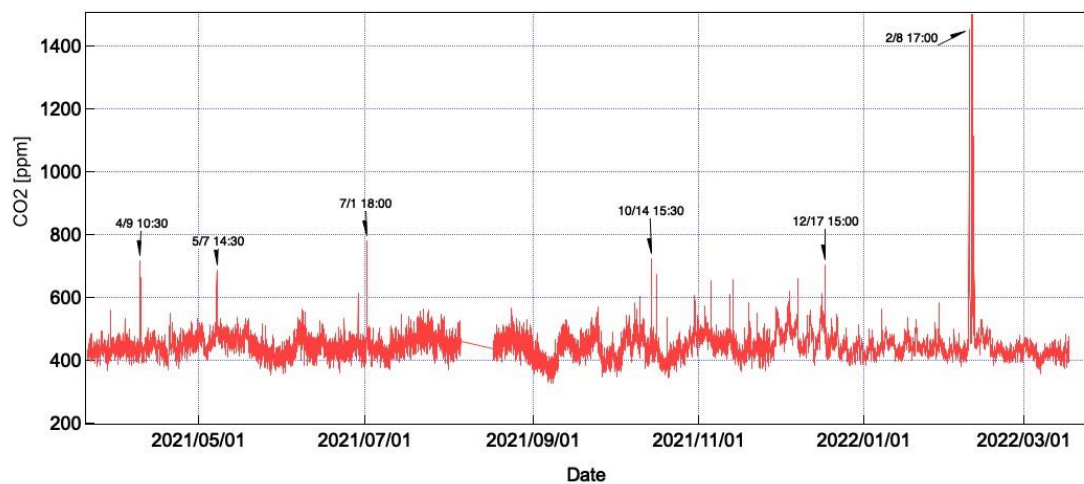


図 28 牛久シャトー本館2階の CO₂ 挙動

4/9、5/7、7/1、10/14、12/17、2/8、2/9 に高いピークが見られた。管理者によれば4/9 は市文化協会メンバーの見学、5/7 は筑波大学の見学、7/1 は本館撮影、10/14 はテレビ番組“有吉の壁”撮影、12/17 は観光ツアー見学、2/9 は午前中に牛久市市議会の見学、午後に茨城県南市長会の会場として使ったとのことであった。

図 29 に午後10 数名の学生等による見学があった5/7 と本館撮影のあった7/1 の CO₂ 挙動を示す。計測器を設置した2階の見学はおそらく30分から1時間程度であるが、その見学後の減衰は鈍く、見学前の値に戻るのには夜21時である。当該部屋の気密性能がよいことがわかる。同じく7/1の夕刻からの撮影時も同様であり、日が変わっても減衰が続いてい

る。10/14 の TV 番組撮影も同様である。

図 30 に 2/8-9 の詳細を示す。計測機器の測定限界値（5000ppm）を超え、最大値については不明である。家庭用の石油ファンヒーターを 3 台用いたとのことである。新型コロナウイルス感染症対策のために出入り口の扉は開放したままであったとのことであったが、CO₂ 濃度の上昇は著しい。前日 2/8 には試験的に石油ストーブを稼働させたとのことである。2/9 の夕方、県南市長会は 16 時に開始され 18 時半ころに終了した。19 時半頃のピークは、18 時半の会終了後の参加者の退出が終わり、各扉などが閉められたことによって部屋内の空気の流れが止まり一旦上昇したものであると思われる。その後、翌日の朝まで緩やかに減少している。上記のことから、当該部屋は非常に気密性が高く、その使用にあたっては使用中および使用後の換気（特に使用后）が重要である。

図 31 に PM 計測の結果を示す。いくつかピークが認められるが上記のイベントとの関係は見られなかった。図 32 に 11 月と 12 月の土浦保健所で観測された環境省による PM_{2.5} のデータを併せて示す。部屋の気密性は良いものの微小粒子状物質の挙動は似ていることがわかる。

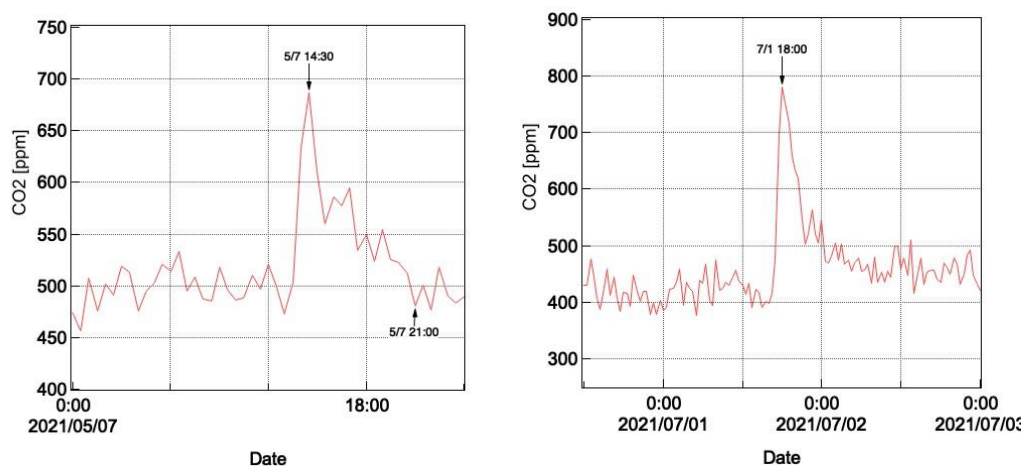


図 29 5/7（左）と 7/1（右）の CO₂ 挙動

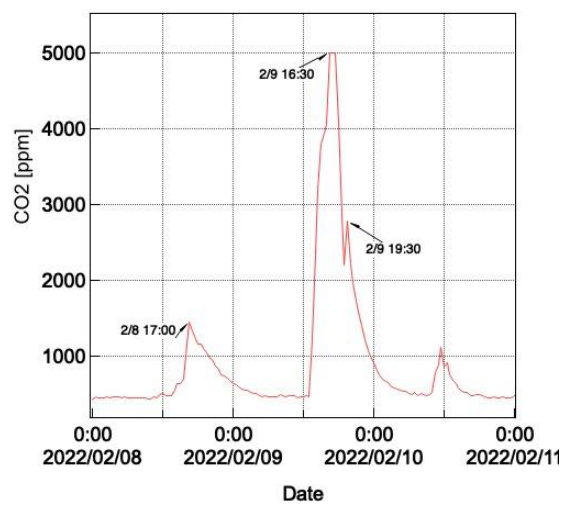


図 30 2022/2/8-10 の CO₂ 挙動

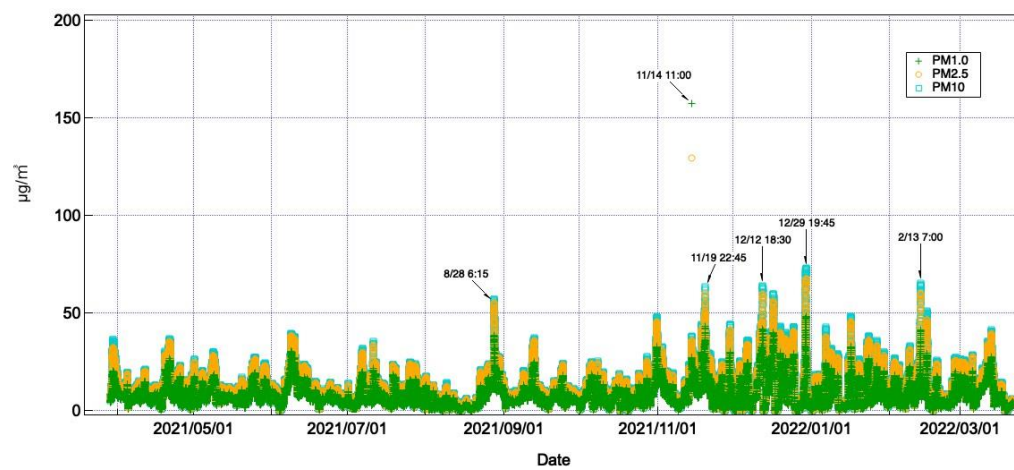


図 31 牛久シャトー本館2階の PM 挙動

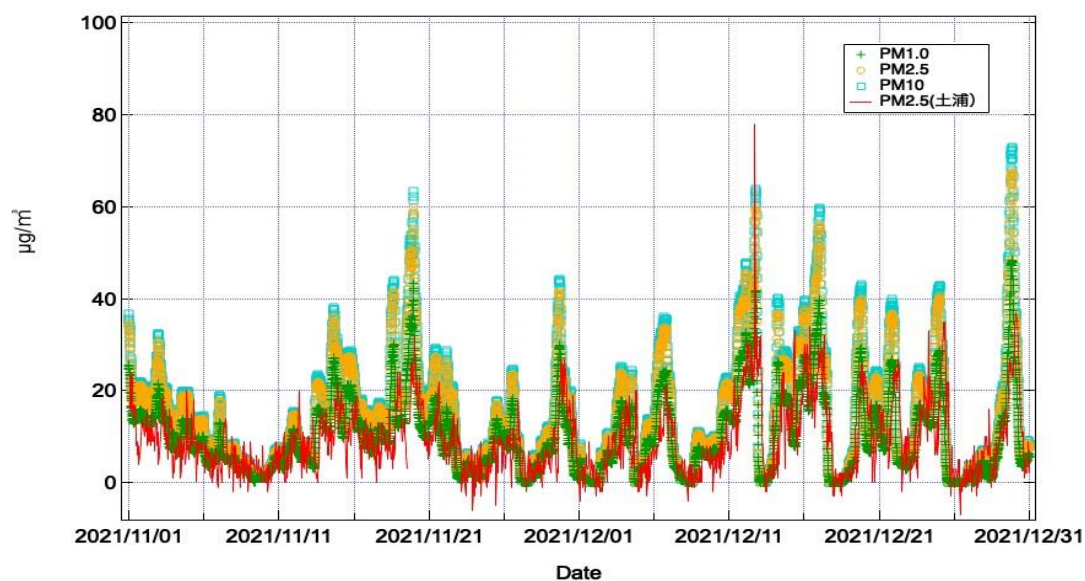


図 32 環境省による計測地点（土浦市）のPM2.5 濃度との比較

⑨富岡製糸場西置繭所〔富岡市〕（国宝）

図 33 に CO₂ 挙動を示す。西置繭所は保存整備され、ハウスインハウスを採用している。ホール内は活用ホール室内を、ホール外は活用ホールと建物壁の間の空間の CO₂ 濃度を示している。新型コロナウイルス感染症対策のためにホール内と外との扉が開放され、さらに建物の扉、窓なども適宜開放されており、ホール内と外は挙動が似ている。特に CO₂ 濃度が高かった日のイベントは次のとおりである。

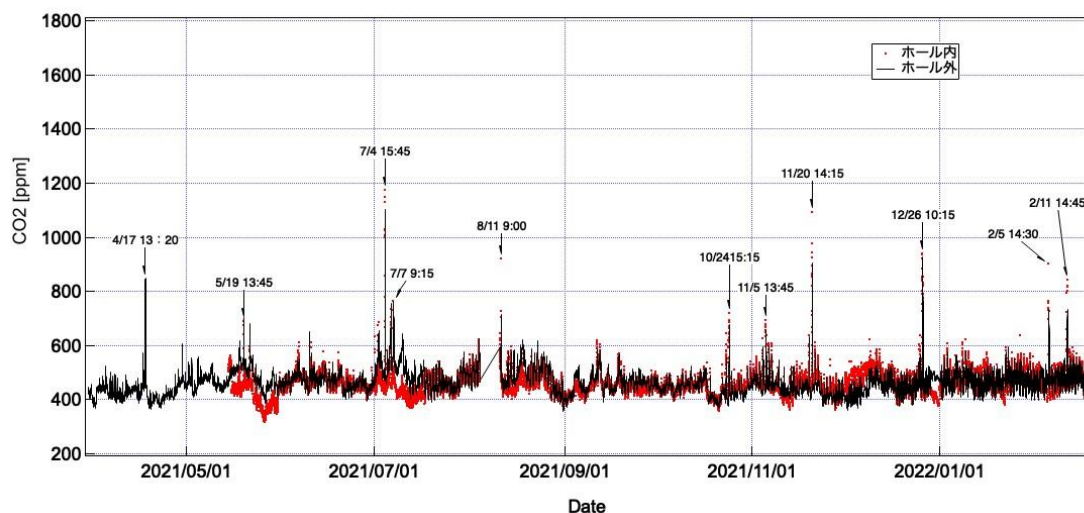


図 33 富岡製糸場西繭置所ホール内外の CO₂ 挙動

4/17	シルクウェディング	約 40 名
5/19	シルクブランド協議会 総会	約 30 名

7/4	ピアノコンサート	約 100 名
7/7	職員研修会	約 40 名
8/11	イベントなし（入場者数も平時と変わらず、特別多くない）	
10/24	模擬ブライダル	約 40 名
11/5	観光協会モニターツアー	約 40 名
11/20	ユネスコ 50 周年イベント	約 100 名
12/26	上州落語講演会	約 100 名
2/5	ピアノコンサート	約 80 名
2/11	シルクブランド講演会	約 80 名

図 34 には 7/4-7、11/20、12/26 の詳細を示す。他の計測地域とは異なり、短時間で速やかに元の濃度にまで減少していることがわかる。非常に換気の効率がよく、イベントにより一時的に空気質の変化があったとしても、現状の対応で良いものとも思われる。

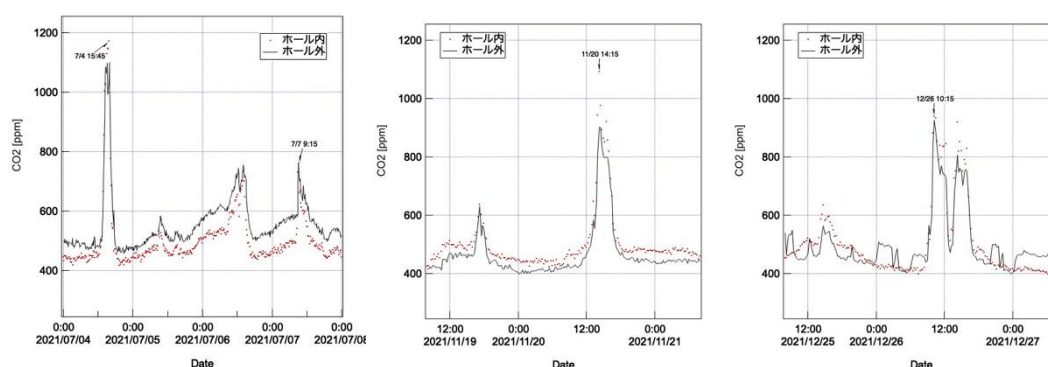


図 34 ホール内イベント開催時（左 7/4-7、中央 11/19-20、右 12/25-26）の CO₂ 挙動

表 4 に TVOC 量計測結果を示す。計測はイベントのない 2 月 18 日に実施し、ホール内、ホール外（西柱 28 付近）、ギャラリー内の三箇所で行った。計測はホール内と外の扉を閉め、ホールへの入り口も閉じた状態で実施した。

表 4 TVOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 測定結果

西置薮所ホール内	西置薮所ホール外 西柱 28 付近	西置薮所ギャラリー内
141	11	51

また図 35 に GC-MS 結果を示す。ホール内とギャラリー内からは α -Pinene やベンゼン環を有する物質が多く検出された。塗料や樹脂などに多く含まれる物質が多く検出された。イベント開催時の GC-MS データは行っておらず、今回のデータが今後の基準データとなるであろう。

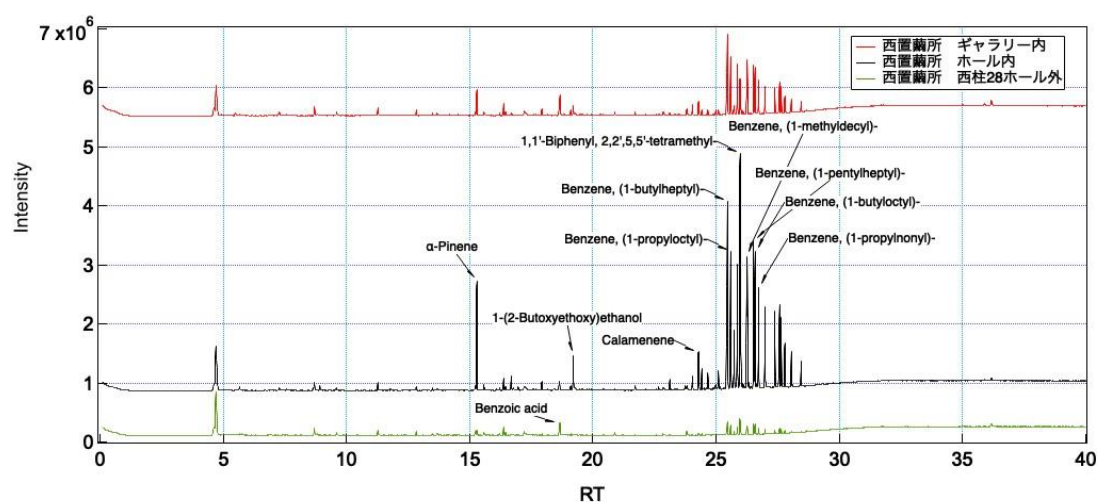


図 35 富岡製糸場西置繭所における 2/18 の GC-MS 結果

また気体検知管を用いた計測を同時に実施した。各測定対象物質と測定条件などを表 5 に示す。その結果を表 6 に示す。美術館博物館で推奨値とされる値を大きく下回っていた。

表 5 精密検知管法による測定対象と測定条件

対象物質	検知管型式	流量 (mL/min)	時間 (min)
アンモニア	北川式検知管 No.900	400	約 60
有機酸	北川式検知管 No.910	200	約 60
ホルムアルデヒド	北川式検知管 No.710A	300	約 30

表 6 検知管による測定結果

対象物質	推奨値	ホール内	ホール外	ギャラリー内
アンモニア	22	—	—	—
有機酸	酢酸430 蟻酸20	—	—	—
ホルムアルデヒド	100	<12	<12	<12

単位はすべて $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、—は変色せず

さいごに

本事業は活用におけるイベントの影響を定量的に把握し、活用による変化を管理者や所有者が知ることによりよい活用を促進することを目的としている。しかしながら新型コロナウイルス感染症対策による影響で観光客の激減、イベントの縮小、中止などの影響を受け、従前行

われてきた活用形態の挙動を把握することができなかった。

このような特殊な状況下でのデータは未活用の状態でも、従前の活用下の状態でもないデータとして貴重であると言え、今後の活用をすすめる上での知見となる。微小粒子状物質（PM）計測は閉館中であっても外気の挙動と類似した変化を示すところが多かった。また木造建築物であっても明倫館のように周辺環境とは異なるデータを示すところもあり、イベントに伴う変化かどうかは精査が必要である。現段階までに得られた結果から、建物の気密性（自然換気性能）を把握することにより、イベント後のケアによって、イベント等によって変動した施設内空気を速やかに平時（イベントがない基底の状態）にまで戻すことができることわかった。また施設の利用時期でイベント内容に特徴があり、イベント後のケアもそれに合わせて変化させる必要があろう。

謝辞

調査にあたっては各市町村、関係機関の協力を頂きました。また、データの収集、解析には筑波大学大学院博士課程の深見利佐子さんの協力を得ました。