

# 〔報告〕 福島県文化財レスキュー事業で一時保管場所となった旧相馬女子高校の保存環境について

佐野 千絵・北野 信彦・杉崎 佐保恵\*

## 1. はじめに

旧相馬女子高校は平成23（2011）年3月11日発災時点では廃校となっており近接する相馬高校が第2校舎として管理していたが、電気が利用できたこと、相馬高校から水等の確保が可能なこと、セキュリティが確保できることなどの理由で、その一部の教室は東北地方太平洋沖地震救援委員会救援事業、福島県被災文化財レスキュー事業で旧警戒区域所在の三資料館から搬出した資料の一時保管施設として再利用された。この事業による搬出作業は平成24（2012）年9月5～6日、10月24日、11月21日で、その後、福島大学の学生ボランティアなども含めて初期の整理作業が行われた。旧警戒区域所在の三資料館から搬出した資料は、大型資料や特に重い資料を除いて、すでに福島県文化財センター白河館の仮保管庫に収納され、除塵清掃、整理記録後に展示に活用されている<sup>1)</sup>。その後、市内の一部が原発事故による避難指示区域になった南相馬市においてふくしま歴史資料保存ネットワークが活動して救出した資料や南相馬市が搬入した資料が、平成27年度現在も同施設に收藏されている。

東京文化財研究所は、救出活動が開始された平成24年夏の当初から福島県の要請のもと、同校の保存環境に関する助言を行ってきた。本来この場所はあくまでも一時保管施設としての使用を想定していたものだが、一時保管が想定よりも長期化したため、保存環境についてあらためて調査をおこなったので報告する。

## 2. 教室の使用状況と環境の整備状況

資料は、北校舎1～3階に分散して各教室内（幅約7m、長さ約14.8m）に保管されている。旧相馬女子高校は、水は使えないが電気は使える状態である。表1に收藏場所の使用状況の詳細を、図1に各教室の配置図を示す。

各教室の窓は南東向きで、南校舎とつながる渡り廊下の陰になる部分を除いて午前中～午後2時には直射日光が射し込む条件にある。そのため平成24年度に行われた東北地方太平洋沖地震救援委員会救援事業では、資料搬入前に、收藏を予定していた場所の窓には発泡スチロール（厚さ5mm）を、北側廊下に面した窓には段ボールを貼り、日射を防ぐとともに断熱強化を図った（図2）。平成25（2013）年9月19日に、廊下の段ボールを貼り付けている粘着テープが剥がれ始めていることを確認したため、同日から速やかに一部の更新を順次行った。更新を行った教室も含め、平成26（2014）年8月8日に、粘着テープの劣化によって一部の段ボールが落下していること、他の一部に粘着テープが剥がれ始めていることを確認したため、速やかに順次再更新を行った。遮光などの保護処置をしなかった室には、考古資料など温湿度変化や光の影響を受けにくい資料を収納することにした（図4）。一部の室には乾式デシカント式除湿器（ルームドライヤー、ダイキン工業製）を設置した。平成24年度に旧相馬女子高校に搬入した

\*福島県立博物館

資料を福島県文化財センター白河館に収納する前に、平成24年10月に、旧相馬女子高校の3年5組の教室内で一部の資料に対してガスくん蒸（エキヒュームSを用いた包み込みくん蒸）を実施した。1回では全ての資料に対してくん蒸処置を実施できず、2回目のガス燻蒸を3年5組の教室内で平成25年2月に実施するため、くん蒸処置を実施した資料の保管場所を急遽替えることとなった。この時点で3年6組は未整備で収納室と使用していなかったため、平成25年1月に窓の半分にビニールシート、もう半分に板段ボール材を粘着テープで貼り付け、日射を防ぐ対策を講じた後に、1回目にくん蒸処置を実施した資料（全て段ボール箱または梱包資材に収納）を教室内の廊下側に並べて保管した。この後、定期的に保管状況の確認を続け、平成25年6月にビニールシートと梱包材が日射を防いでいることを最後に確認した。その後、3年6組での保管をすでに終えた平成25年9月に板段ボール材が落下していることを確認した。（図3）。

### 3. 調査の詳細

調査は、温度湿度を測定するロガーと、温湿度のほか照度を測定できるロガーの2種類を用いた。温度湿度2チャンネル測定用のロガーはHoBo U10-003 オンセット社で、平成27年2月20日から8月20日までの測定値が得られた。温度湿度、照度3チャンネルのロガーはHoBo U12-012 オンセット社で、データ容量の限界で平成27年2月20日から5月末までの測定となった。いずれのロガーも各室中央付近、机上に設置し、照度測定可能なロガーは窓に向けて設置した。また教室内の温度分布を知るため、床からの高さ約1mの壁の表面温度を、赤外線放射温度計THI-400N（TASCO社製）で測定した。測定精度は、絶対値としては $\pm 2^{\circ}\text{C}$ であるが、相対的な差はとらえることができる。

### 4. 結果

#### 4-1. 温湿度の測定結果

除湿器の設置された3年5組（3階）、3組（2階）の温湿度の推移を図5、6に示す。3年

表1 収蔵場所の詳細（2015年10月15日現在）

教室名称	収蔵資料	遮光の状況	測定項目	除湿器
3階 3年6組	なし	ブルーシート (半分)	温度湿度照度	なし
3階 3年5組	双葉町 剝製資料, 南相馬市和船等	発泡スチロール	温度湿度	あり
2階 第2視聴覚室	南相馬市 文書類	発泡スチロール	温度湿度照度	あり
2階 3年4組	南相馬市 民俗資料	発泡スチロール	温度湿度照度	あり
2階 3年3組	南相馬市 民俗資料	発泡スチロール	温度湿度	あり
2階 3年2組	大熊町・双葉町 民俗資料	発泡スチロール	温度湿度	あり
2階 3年1組	双葉町 考古資料, 16mm フィルム	発泡スチロール	温度湿度, 温度湿度照度	あり
2階 生徒会室	なし	なし	温度湿度	なし
1階 職員室	双葉町 大型資料(石棺, 藍甕), 双葉町 写真撮影機材, 双葉高校化石資料 南相馬市 化石, 考古資料, 大型民具	なし	温度湿度照度	なし

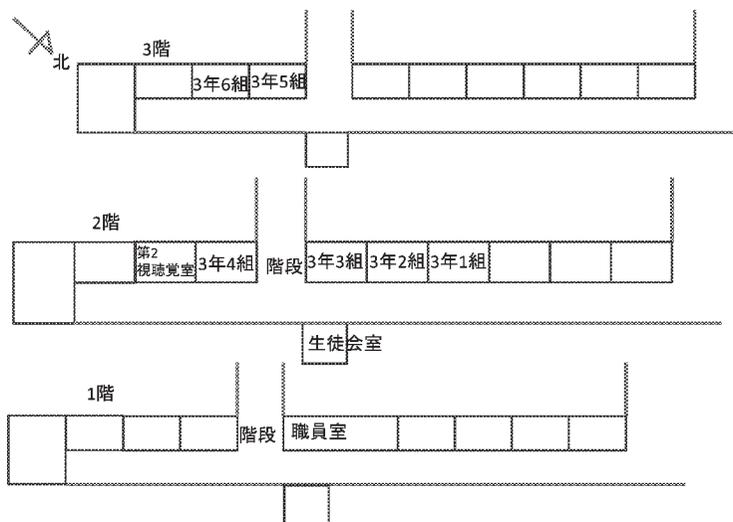


図1 旧相馬女子高校の教室配置



図2 窓側の遮光（左，発泡スチロール），廊下側の遮光（右，段ボール）の様子



図3 ブルーシートによる遮光



図4 遮光のない部屋での資料の防護状況

2組, 1組はほぼ3年3組と同じ推移であったので, 3年3組のデータを代表とした。比較として, 北校舎各教室と廊下をはさんで北側にある生徒会室(2階)のデータを図7に示す(除湿器なし, 遮光なし)。

乾式デシカント方式の除湿器が設置されている室(図5, 6)では, 湿度の高くなる梅雨～夏にかけて除湿器が稼働し, 相対湿度はほぼ60%rhに保たれていた。各室ともに3月下旬に一週間ほど, また5月中は40%rh台まで乾燥した時期があった(図5～7)が, 表2に示すように, 資料のある主たる区画については, おおむね50～60%rhに保たれていた。

資料のある教室が施錠されて扉が閉められていたのに対して, 遮光と断熱補強がなく北側にある生徒会室(図8)は扉の開閉に注意が払われておらず, また階段に近いこともあるためか温度変動が大きく, 相対湿度もそれに伴い大きかった。おそらくこの環境が外気に近い状態と推定される。この生徒会室には除湿器がないが, 夏場の相対湿度が70%rhを超える期間は長く続いておらず(図7), 保管場所の立地が比較的収蔵に適していたと考えられる。他の除湿器を設置していない場所の梅雨～夏のデータは採取していない。

2015年春にはほとんど40%rhを下回ることにはなかったが, 冬季～春季の過乾燥が起こらないか監視を続ける必要がある。また, 平成27(2015)年の夏の気象は例年と異なり, 7月下旬から8月上旬に異常高温があり, その後は冷夏になった特異な年で, 来年度以降の気象の参考にはならないと思われる。当初には一時保管場所として断熱補強と遮光, 除湿器の設置などの最小限の設備補強で保管施設としたが, 今後も資料の保管を続けるのであればしっかりした監視体制と定期的な設備更新に加え, 施設管理体制を整えることが必要と考える。

資料についてはいずれの場所でも, 目視点検でカビ被害は見つからなかった。やや清浄度の低い資料が散見されたため, カビの生えない低湿度環境で保管することが必要と思われる。

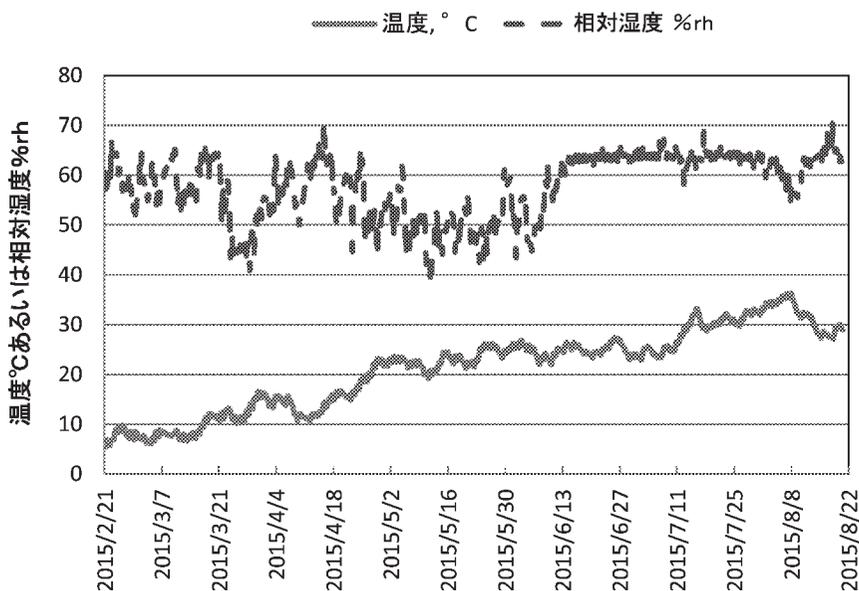


図5 3階 3年5組(剥製), 除湿器あり, 遮光(発泡スチロール)あり

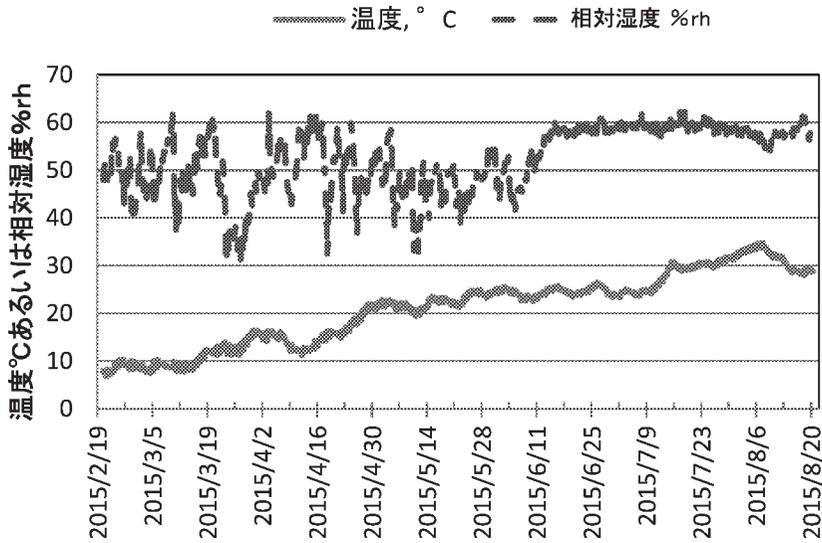


図6 2階 3年3組 (南相馬市, 民俗資料), 除湿器あり, 遮光 (発泡スチロール) あり

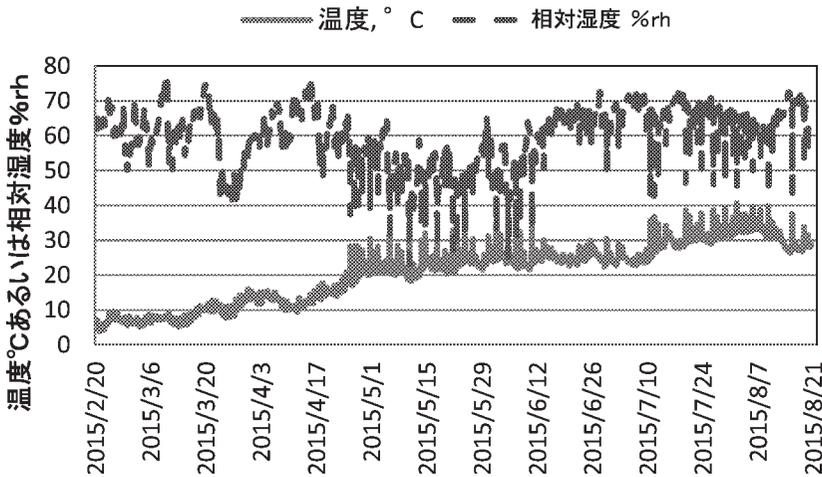


図7 2階 生徒会室, 資料なし, 除湿器なし, 遮光なし

#### 4-2. 照度の測定結果

図8～12に, 2015年2月20日～5月31日(101日間)の照度測定結果を示す。南校舎は2階建てであるのに対し, 北校舎は3階建てであるために, 北校舎の3階部分は南校舎の陰になることがなかったため, 3階では遮光しなかった室において照度が高かった(図8)。晴天か曇天かで入射する光量の多少は変わるが, 全体の推移傾向は3階と2階はほぼ同じである(図9～11)。

1階の職員室は中庭に面しているが低層階で光が届きにくく, 遮光がなくとも照度はたいそう大きくならず(図12), また校舎の陰になる時間が季節によって変わるためか, 推移も他の室と異なった。

2015年2月20日～5月31日(101日間)の累積照度を表3にまとめる。遮光のない室ではこの期間の累積照度が200万ルクス・時を超えていた。ブルーシートで遮光した室では約12万ルクス

表2 3年1～3組, 5組の温湿度測定結果 (平成27 (2015) 年2月20日～8月20日)

場所	平均温度 ±標準偏差 °C	平均湿度 ±標準偏差 %rh	最高温度 °C	最低温度 °C	最高湿度 %rh	最低湿度 %rh
3年5組 (3 F)	21.1±8.1	58±6	36.3	5.5	71	38
3年3組 (2 F)	21.0±7.5	53±7	34.7	6.8	62	30
3年2組 (2 F)	20.8±7.7	55±6	34.6	6.5	65	39
3年1組 (2 F)	20.7±7.5	54±6	34.4	6.7	64	38
生徒会室 (2 F)	20.6±8.4	61±8	40.6	3.9	76	23

ス・時であった。一方、発泡スチロールで遮光した3年1組の教室 (図11, 表3) は, 教室の陰になる時間が長いことも原因しているのか100ルクスを超えることがなく, 101日間の累積照度が12,291 ルクス・時と調査地点の中で一番低かった。

染料など色素は光に対する応答度が高いことが知られており, 紫外放射が多い場合に近くできる退色が生じるまでの照度・照射時間は20万～150万 ルクス・時, 紫外放射を含まない場合に近くできる退色が生じるまでの見込みの照度・照射時間は30万～300万 ルクス・時とされて<sup>2)</sup>おり, 遮光のない室では光で退色しやすい資料の保管は適していないことがわかった。高応答度の資料の退色抑制のために各国でさまざまな屋内照明基準があり, 北米照明学会 (IESNA 1996), イギリス公認建築設備技術者協会 (CIBSE 1994)などを参考に, 高応答度の資料では年間の限界露光量を15,000 ルクス・時としている<sup>2)</sup>。毛皮や羽毛, カラー写真など (中応答度)の年間の限界露光量は15万ルクス・時, 低応答度資料の年間の限界露光量は60万ルクス・時 で, 損傷抑制のための照度制限は厳しい値で定められている<sup>2)</sup>。

これらの照度制限値と比べると, ブルーシートで遮光するよりも発泡スチロール板での遮光の方が照度の抑制効果が高く, 資料の保管にはより良い環境となるが, 光による退色が起こりやすい資料に対しては保管箱に入れる, 大きな民俗資料は遮光カーテンのような布をかける, 窓からできる限り離して保管する等, より一層の手当て, あるいは収納の工夫が必要であることがわかった。

表3 2015年2月20日～5月31日 (101日間) の累積照度 ルクス・時

教室名称	収蔵資料	遮光の状況	累積照度 ルクス・時
3階 3年6組	なし	ブルーシート (半分)	2,037,383
2階 第2視聴覚室	南相馬市 古文書	発泡スチロール	129,540
2階 3年4組	南相馬市 民俗資料	発泡スチロール	116,006
2階 3年1組	双葉町 考古資料	発泡スチロール	12,291
1階 職員室	重いもの, 大きいもの他	なし	386,125

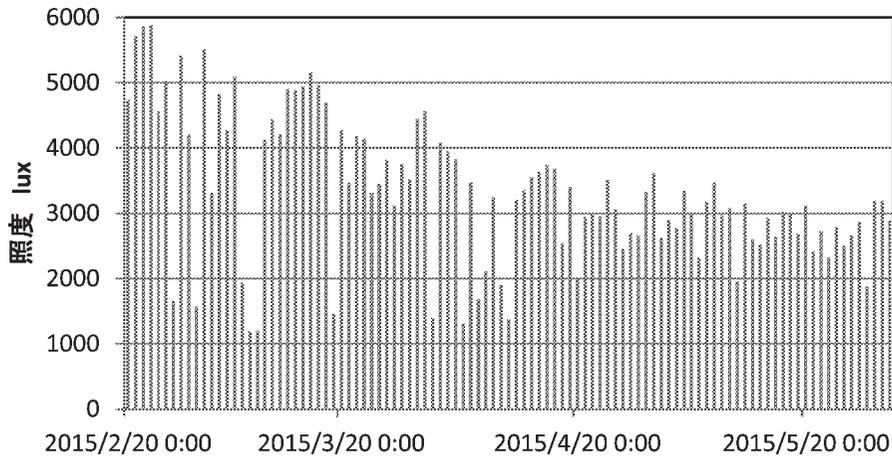


図8 3階 3年6組 南西部のみブルーシートで遮光

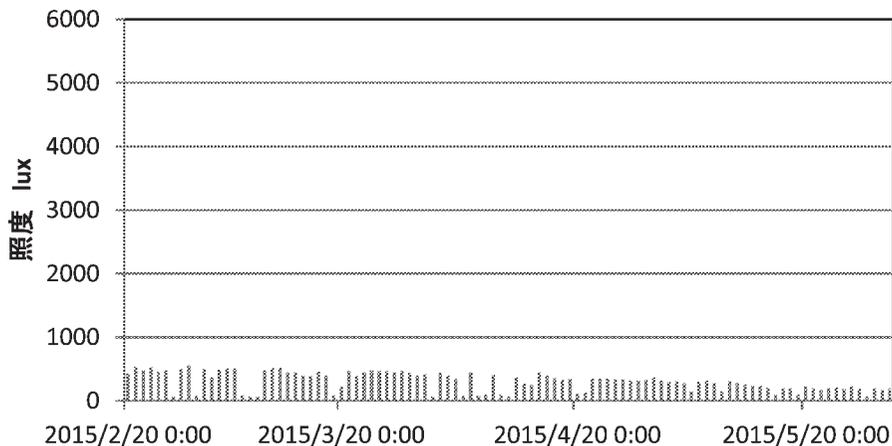


図9 2階 第2視聴覚室 発泡スチロールで遮光

#### 4-3. 教室内の温度分布

図13～17に3年1～4組および職員室の各室内温度分布を示す。

各室とも、北側廊下と室内で温度差が2～4℃あり、扉を施錠して閉め区画を分けることで、冷気の侵入を遮断できることが明らかになった。室内の温度差も窓側が高温、廊下側が低温となっており、その温度差は、建物の内装表面では1.5℃以内に収まっている。遮光していないガラスからは熱の入射があり、窓に貼られた発泡スチロール断熱材が隙間風で押し上げられてできた中央付近の浮き上がりの近傍の壁では、温度が著しく高くなる状況がわかった。吸放湿性能のある資料が多量に収蔵された区画では、温度上昇とともに相対湿度も上昇する「蒸れ」という現象が見られる場合も多く、一日の温度変動の大きな場所は資料の収蔵には不適である。

調査当日も窓際では隙間風を感じ、昆虫による被害の頻度も高くなることが推定されるため、窓際の資料収納は、点検頻度の少ないこの保管場所では避けるのが良いと思われる。窓から1mほど離れた場所では室内温度はほぼ等しくなっていたので、目安として1mほど空けると良いと思われる。

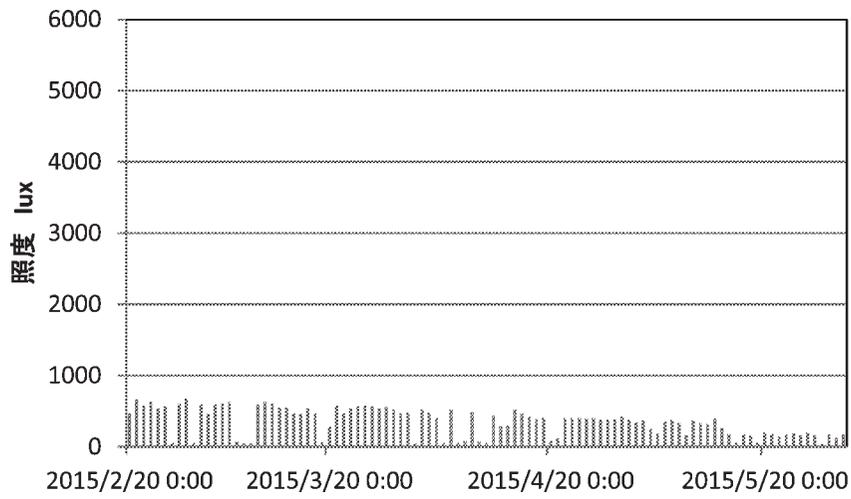


図10 2階 3年4組 発泡スチロールで遮光

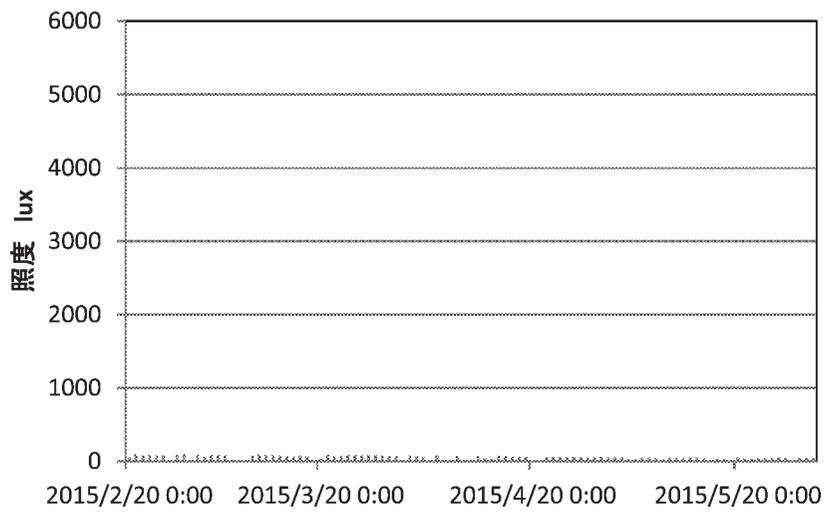


図11 2階 3年1組 発泡スチロールで遮光

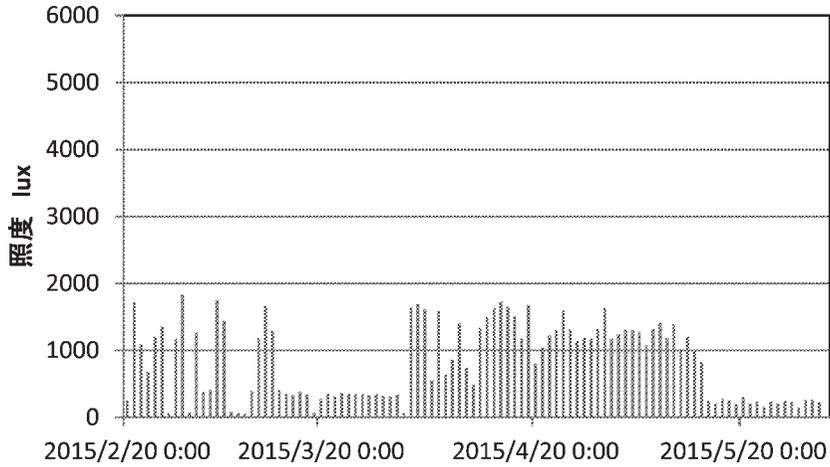


図12 1階 職員室 遮光なし

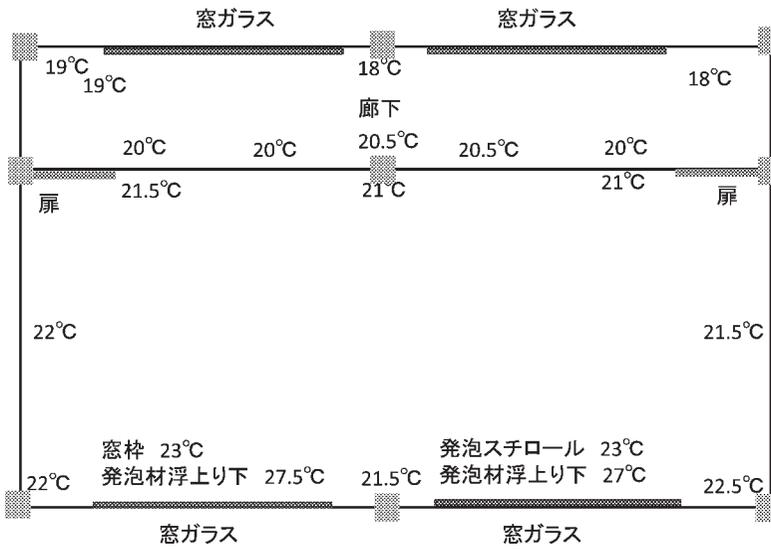


図13 3年4組(2階) 午後3時半頃 晴天, 遮光(発泡スチロール)あり  
11時半頃 室中央 床21.5°C, 天井22.5°C

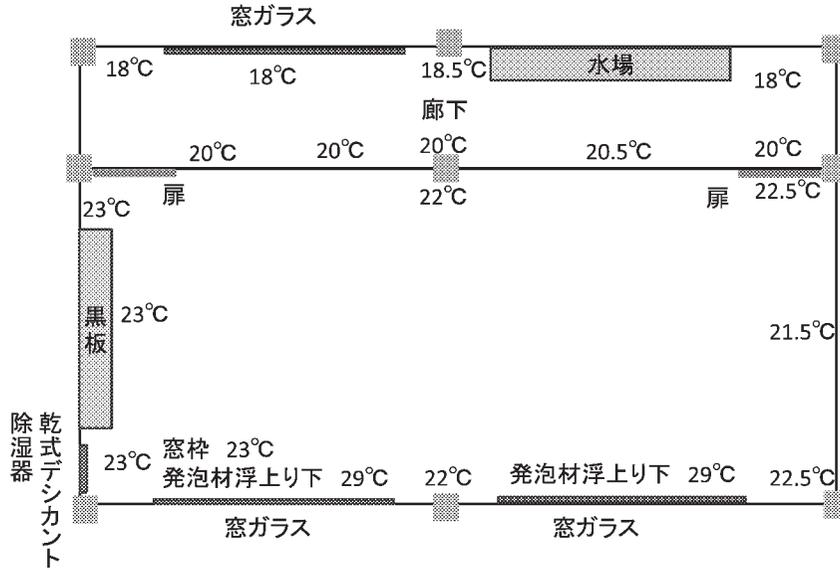


図14 3年3組(2階) 午後1時半頃 晴天, 遮光(発泡スチロール)あり  
11時半頃 室中央 床21.5°C, 天井22.5°C

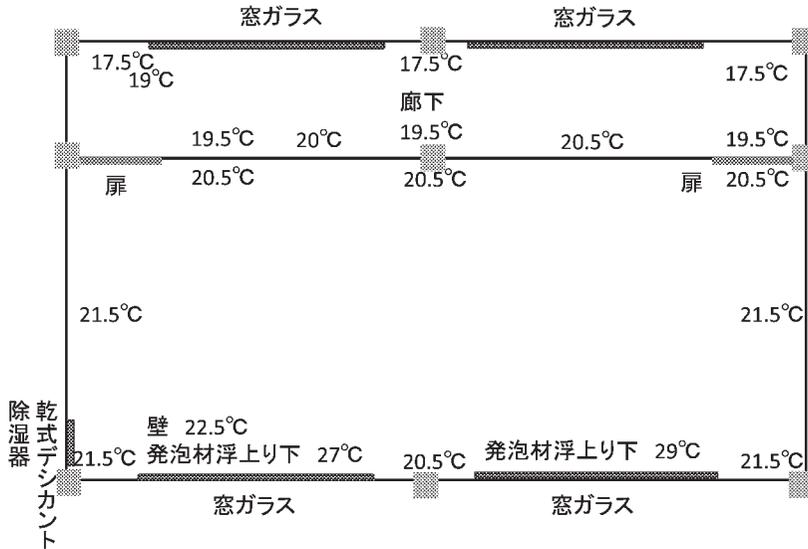


図15 3年2組(2階) 午後2時すぎ 晴天, 遮光(発泡スチロール)あり  
11時半頃 室中央 天井21.5°C

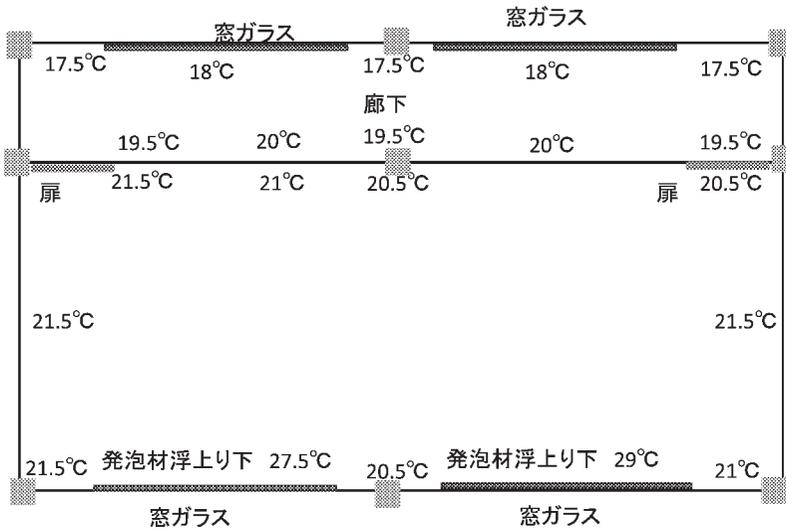


図16 3年1組(2階) 午後3時すぎ 晴天, 遮光(発泡スチロール)あり

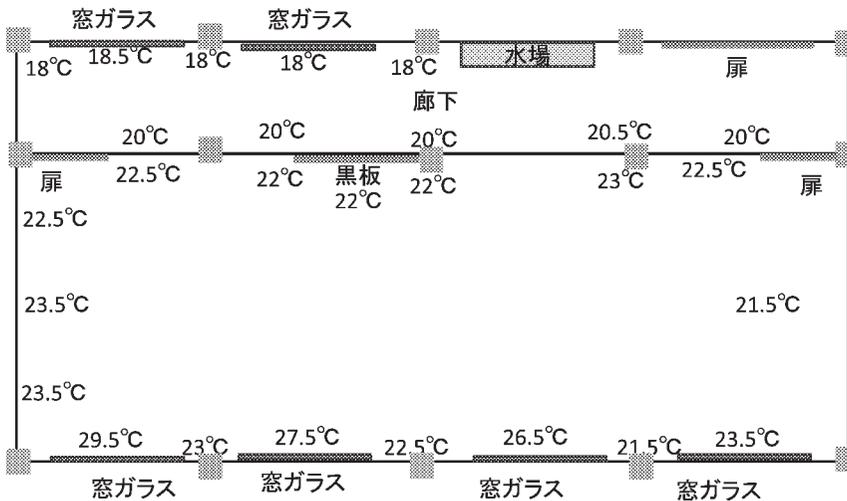


図17 職員室(1階) 午後3時すぎ 晴天, 遮光なし

## 5. まとめ

温湿度の制御状況は、除湿器のある室では夏季にもカビ被害を受けない状況で管理できていた。一方、春先には一時的に乾燥した状況も見られた。除湿器のない室については、高湿度期の温湿度結果が得られず、来年以降も継続して温湿度モニタリングを行う必要があることがわかった。

照度については、発泡スチロールと段ボールで遮光した室では年間の累積照度が3.6万ルクスを下回ることができると推定された。これらの目張りの資材は日光により劣化するので、定期的な更新が必要である。また隙間風で変形しないよう、窓のすきまを埋める、あるいはより固

い変形しにくい材料で窓を封じるのがより良い保存環境をつくるためには必要と思われる。

各室ともに窓からの温熱、湿気、光、風の影響を避けるため、収納場所は窓から1m程度離しておくことが有効と考えられる。断熱材が隙間風で変形し、室内への温熱、湿気の流入口になっているので、隙間風で変形しないような留め方ができると、室内の温湿度はより安定すると思われる。

一時保管施設である旧相馬女子高校におけるレスキュー資料の保管は、温湿度・虫菌害の通年監視によって、保管資料の安全が担保される状況である。この施設で資料をやや長期的に保管するには、食害にあいやすい資料を監視しやすいような収納方法と監視方法を考える必要があると思われる。昆虫の侵入を見極めるため、また害虫侵入を監視しやすくするためには、床面の吸引清掃が必要であろう。定期的な害虫モニタリングもひとつの監視方法ではあるが対処にはならず、維持管理のために、近距離で定期的に監視できる管理者の配置が必要と考える。

#### 謝辞

発表をご許可くださいました福島県教育委員会の皆様、現状確認等にご協力いただきました福島県文化財センター白河館の皆様、ふくしま歴史資料保存ネットワークの皆様に感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 丹野隆明：福島県における文化財レスキュー事業の取組、I-2、被災各県教育委員会報告、「東北地方太平洋沖地震被災文化財等救援委員会 平成24年度活動報告書」65-67
- 2) 「博物館展示物の光放射による損傷の抑制 CIE 157:2004」、国際照明委員会、社団法人日本照明委員会誌、(2005)

キーワード：保存環境 (conservation environment)；廃校の再利用 (reuse of a closed school)；一時保管施設 (tentative storage)；照度制限 (illuminant control)；断熱 (insulation)

## Environment of Temporary Storage Rooms in a Closed School at Soma City in Fukushima Prefecture

Chie SANO, Nobuhiko KITANO and Sahoe SUGIZAKI\*

In order to determine whether it is appropriate to store cultural objects affected by tsunami, classroom environment in a school, which had been closed at the time of disaster, was investigated. The classrooms were used for temporary storage of cultural objects evacuated from the area in Fukushima Prefecture restricted by the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant disaster. Some cultural objects affected by the tsunami following the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake in Minamisoma city were also stored there.

Before transporting the cultural objects, the room windows were closed with styrofoam to reinforce light shielding and heat insulation. Temperature, relative humidity and illuminance in the classrooms were measured from February to August 2015. Temperature of the rooms having windows sealed with styrofoam gradually changed from about 7°C to 35°C. Relative humidity in classrooms where dehumidifiers were installed was controlled under 60% r.h. in humid summer season. Illuminance of the rooms having windows sealed with styrofoam did not exceed 100 lux. In rooms where light shielding and heat insulation were not reinforced, illuminance was high and variation in temperature and humidity was large every day. Thus, it was made clear that reinforced light shielding and heat insulation are essential in order to use a closed school as a storage.

---

\*Fukushima Museum