

検 証 2

体育館での暖房と換気

検証2 ①体育館での仮設暖房【ポータブルストーブ】

換気を目安としての二酸化炭素濃度（CO2濃度）

1. 1000ppm以下を換気を目安とする。

新型コロナウイルス感染症対策分科会での換気を目安 1000ppm以下

参考 学校環境衛生基準 1500ppm以下

2. 換気の留意点

1人あたりの必要換気量を満たすだけで、感染を確実に予防できるということまで文献等で明らかになっているわけではないことに留意する。

特にマスクを外す場面（喫煙、食事など）では、換気を強化するとよい。

3. 多数の避難者の場合

検証は、体育館の出入りや就寝を最小限の人数で実施したため、多数の避難者が滞在する場合、今回の検証結果よりもCO2濃度などが高くなることが予想される。

ポータブルストーブを6台設置した場合

項目	暖房無し	暖房点火	1時間後	変化量	備考
計測時間	15:00	16:00	17:00	60分間	ポータブルストーブ (電池式) 3台 ポータブルストーブ (電源式) 3台 いずれも二酸化炭素は、 屋内に排出
外気温	0.6℃	-2.5℃	-3.5	-1.0℃	
室温	9.3℃	9.4℃	12.8℃	+3.4℃	
CO2濃度	579ppm	588ppm	1377ppm	+789ppm	
湿度	41%	42%	39%	-3%	

【結果】

室温が上昇したがCO2濃度も上昇した。

1時間に1回の換気が必要であった。

【状況】

1. 検証前の状況

検証当日は、朝から施設の暖房は一度も使用していない。

暖房の点火前の1時間は、検証準備以外は、可能な限り体育館を閉めきり、避難所開設時の状況を再現した。

2. ポータブルストーブの種類

設置したストーブは、電池で点火操作をするストーブ（天板が熱くなるタイプ）3台と電源を使用した温風ファン付きストーブ（天板が熱くならないタイプ）3台を使用した。

【熱出力】

ポータブルストーブ（電池式） 6.59kw

ポータブルストーブ（電源式） 18.73～6.07kw

【検証時の感想】

○ストーブのそばでは暖まることができたが、2m以上離れた場合、身体が温まるほどの効果は感じられなかった。

○避難直後など、身体が凍えている場合は、ストーブに密集してしまうため、世帯間の距離を離れるように指示してもストーブから離れることは難しいと感じた。

専門家の指導

1. ポータブルストーブのみでの保温の限界

ポータブルストーブで暖を取るには密集せざるを得ない。また、CO₂濃度が高まるため、1時間に1回、換気が必要であり、外気温が氷点下では室温を確保することは難しい。

ポータブルストーブのみで体育館全体を温めることには限界があるため、今後は、身体の加温と併せた防寒対策を検討する必要がある。

2. 避難所環境のモニタリング

安全な避難所の環境を確保するため、避難所の室温、湿度、二酸化炭素濃度のモニタリングを推奨する。

検証2 ①体育館での仮設暖房【ジェットヒーター等】

ジェットヒーター3台を設置した場合

項目	換気開始時	暖房点火	1時間後	変化量	備考
計測時間	17:00	17:30	18:30	60分間	遠赤外線灯油ヒーター1台 ジェットヒーター 1台 ポータブルストーブ (バッテリー稼動式) 1台 いずれも二酸化炭素は、 屋内に排出 業務用加湿器 1台 (毎時4.2L)
外気温	-3.5℃	-3.7℃	-3.9℃	-0.2℃	
室温	12.8℃	7.9℃	13.8℃	+5.9℃	
CO2濃度	1377ppm	663ppm	1855ppm	+1192ppm	
湿度	39%	38%	36%	-2%	

【結果】

室温が上昇したが、CO2濃度も大きく上昇した。
常時換気、もしくはCO2濃度計測による安全確認が必要であった。

【状況】

1. 点火前の換気

ポータブルストーブの検証後、暖房を消して体育館の玄関、2階窓を開放し、30分間、換気を実施した。

2. 仮設暖房の種類

- ・遠赤外線灯油ヒーター（最大熱出力：16kw）
- ・ジェットヒーター（最大熱出力：39kw）
- ・ポータブルストーブ（バッテリー稼動式）（最大熱出力：16.5kw）

バッテリー稼動式は、本来、電源を使用するが、参加業者が、安全を確保しながら実験的に電源をバッテリー稼動に変更して設置した。

なお、バッテリーは、互換性の高い電動工具用バッテリーを使用した。

3. 業務用加湿器の設置

毎時4.2リットルの加湿能力を有する業務用加湿器を設置し、ジェットヒーターと併せて稼動させた。

【検証時の感想】

- 体育館に入るとすぐに燃焼の臭いを感じた。
- 敏感な人ではなくても、一晩中、稼動音に耐えるのは難しいのではないかと感じた。
- ジェットヒーターは、正面の近くでは熱く感じるほどの火力であり、5m程度の距離が離れても十分暖かさを感じられたが、ヒーターとの間に誰かが割り込んだり、ヒーターの横や後ろ側など、燃焼部分が見えないと暖かさは感じられなかったため、結果的に密集するのではないかと感じた。
- 遠赤外線ヒーターは、広範囲に強すぎない暖かさを感じたが、構造上、炎が見えないので、上部の排気口付近が熱くなっていることに気付きにくく、避難所に設置したら子供が触ったり、天板部分に燃えやすい物を置いたりするかもしれないと感じた。
- バッテリー稼動のヒーターは、汎用性の高い電動工具用バッテリーを使用しているため、避難所の入口や体調不良者専用室にすぐに設置することもできると思った。ただ、電動工具が普段使われている避難施設は少ないのではないかと感じた。

専門家の指導

1. 常時換気の検討

ジェットヒーターを3台設置した場合、ポータブルストーブ6台分と同程度の室温上昇の効果があったものの、CO₂濃度が大きく上昇するとともに燃焼時の臭いも気になるとの意見があった。

今後は、CO₂濃度の低下と燃焼時の臭いを解消するため、室温、湿度、CO₂濃度のモニタリングによる環境管理をしながら、常時換気方法を検討する必要がある。

2. 火災予防に留意した設置

ジェットヒーターの周囲、特に正面側には段ボールベッドなど、燃えやすい物を置かないことに留意して設置する必要がある。

3. 騒音への注意

ジェットヒーター始動時に大きな音が発生するため、ヒーターに近い避難者から苦情が出る可能性があった。

4. 夜間の燃料管理

終夜運転する場合は、CO₂濃度などの環境管理のほか、燃料も監視しなければならない。

また、給油時には消火しなければならないことにも注意し、夜間は薄暗い中での給油となるため、火災予防を徹底する必要がある。

① 体育館での仮設暖房 計測状況【15:00～18:30】

【計測状況】

- ① 15:00 ～ 16:00 : 暖房機器なし
- ② 16:00 ～ 17:00 : 【図1】参照
- ※ 17:00 ～ 17:30 : 30分間換気 (ストーブ停止)
- ③ 17:30 ～ 18:30 : 【図2】参照

【現場写真】



【体育館】
全体設置状況



【体育館】
屋内テント内の状況



【体育館】
プライベートテントの状況



【図1】
ポータブルストーブ設置



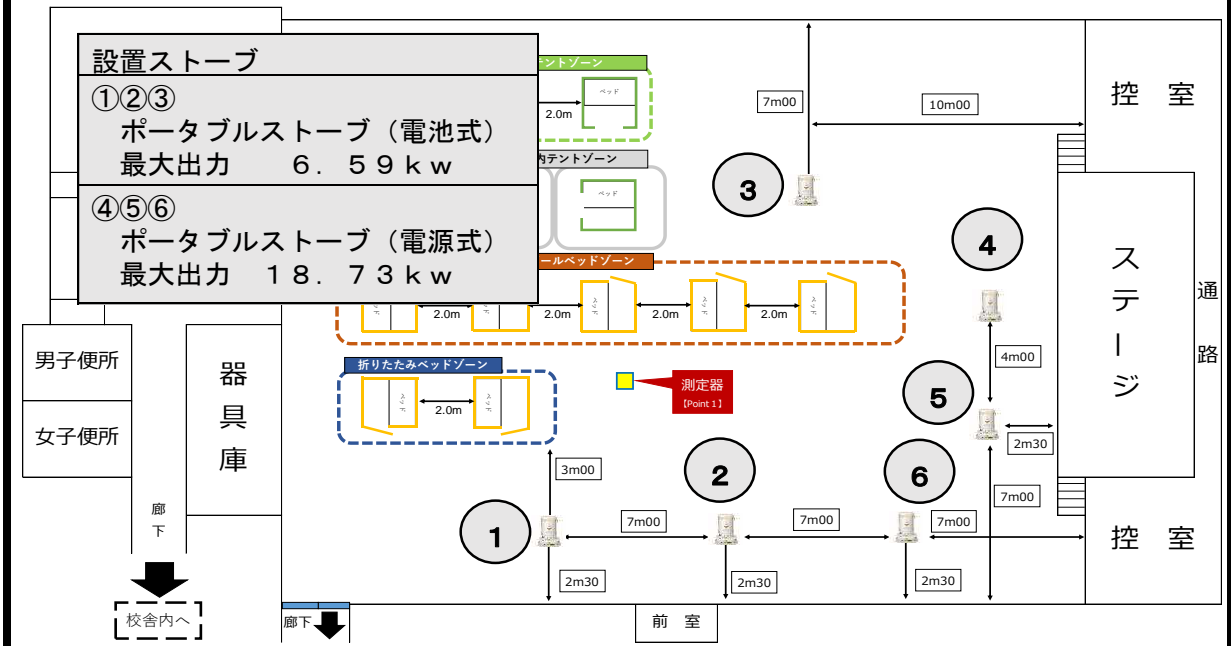
【図1】
使用ポータブルストーブ



【図2】
ジェットヒーター

① 体育館での仮設暖房 配置図【15:00～18:30】

【図1】16:00～17:00 ポータブルストーブ6台



【図2】17:30～18:30 ジェットヒータ3台、加湿器

