

実使用環境下における ストーブの加熱性能評価試験について

実験に至る背景について

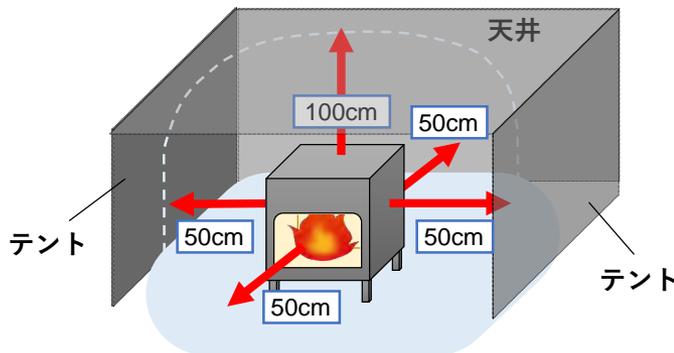
課題

- 現行の消防法令におけるサウナ設備の設置基準（対象火気省令、火災予防条例(例)等）は、浴場・宿泊施設等の一定の広さを有するサウナ室において、固定式の熱量の大きい設備を設置することを想定した基準となっている。
- このため、狭いバレルやテントの内部において比較的熱量の小さいサウナストーブを設置しようとする場合、現行基準をそのまま適用することが適当ではないケースがあると考えられる。
- 具体的には、サウナストーブと周囲の建築物や可燃物との離隔距離について火災予防上の必要性の観点から検討が必要と考えられる。

(例えば、狭いテント内でサウナストーブ周囲の離隔距離を現行基準に合わせて確保するためには、サウナストーブをテントの中心部に設置することとなり、利用者のスペースがストーブのごく近くに限定され、熱傷の危険性も考えられる。一方、サウナストーブの熱量が小さければ火災危険性を生じない範囲において、周囲の可燃物等との離隔距離を小さくしても差し支えないと考えられる。)

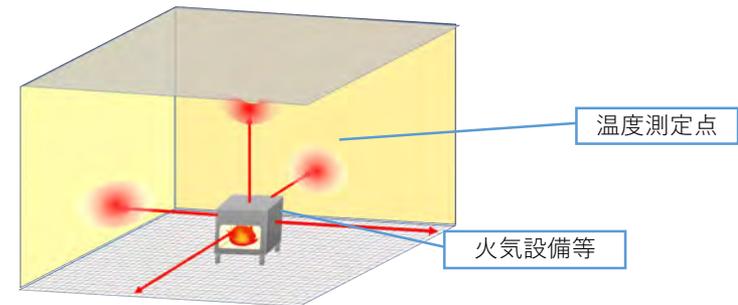
離隔距離のイメージ

(例) 固体燃料を使用する移動式ストーブ（火気器具）の建築物及び可燃物からの離隔距離



実験による合理的な距離の算出

実験により、サウナストーブの周囲の温度を測定し、可搬式サウナ等に係る合理的な「可燃物との離隔距離」を定める。



火気設備等の上方、前方、側方、後方の温度を測定

可燃物表面の許容最高温度：100℃（薪・電気）

異常燃焼時の許容最高温度：150℃（電気）
基準周囲温度=35℃

実験内容について

① 実験の目的

- 可搬式サウナ等（テント型サウナ・バレル型サウナ）に用いられるストーブについて、通常想定される使用方法において機器メーカーの定める最大出力による燃焼を継続させ、ストーブの表面や周囲の可燃物表面における温度、煙突周囲の温度等を測定することにより、近接する可燃物へ与える熱影響について検証し、その特性に応じた合理的な火災予防上の要件の明確化を図るもの。

②-1 実験に使用した機器（テント型・バレル型）

(1) テント型サウナ用テント

- ・名称 : icoya
- ・メーカー : 株式会社メトス
- ・サイズ : 幅1,800mm×奥行き1,300mm×高さ2,350mm程度
(煙突部分含む)



(2) バレル型サウナ用バレル（薪ストーブ用）

- ・名称 : 薪ストーブサウナ
- ・メーカー : ONE SAUNA
- ・サイズ : 幅1,800mm×奥行き1,700mm×高さ3,168mm程度
(煙突部分含む)



(3) バレル型サウナ用バレル（電気ストーブ用）

- ・名称 : 電気ストーブサウナ
- ・メーカー : ONE SAUNA
- ・サイズ : 幅1,800mm×奥行き1,700mm×高さ1,900mm程度

実験内容について

②-2 実験に使用した機器（薪ストーブ）

(1) 輻射式（薪ストーブ）

- ・型式 : Savotta Original
- ・メーカー : 株式会社メトス
- ・サイズ : 幅280mm×奥行き420mm×高さ550mm程度



Savotta Original



HI-6

(2) 対流式（薪ストーブ）

- ・型式 : HI-6
- ・メーカー : 株式会社メトス
- ・サイズ : 幅400mm×奥行き390mm×高さ570mm程度



MB10A

(3) 対流式（薪ストーブ）

- ・型式 : MB10A
- ・メーカー : ファイヤーサイド株式会社
- ・サイズ : 幅200mm×奥行き400mm×高さ310mm程度

②-3 実験に使用した機器（電気ストーブ）

(1) 蓄熱輻射式（電気ストーブ）

- ・型式 : IKI 3.3kW
- ・メーカー : 株式会社メトス
- ・サイズ : 直径260mm×1,000mm
- ・出力 : 3.3kW



IKI 3.3kW

(2) 輻射対流式（電気ストーブ）

- ・型式 : SM60
- ・メーカー : 株式会社メトス
- ・サイズ : 幅410mm×奥行き250mm×高さ700mm程度
- ・出力 : 4.94kW



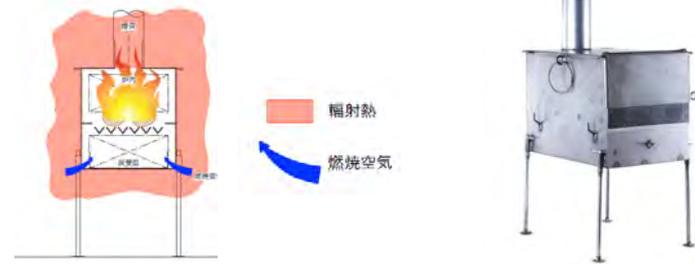
SM60

実験内容について

【参考】ストーブの方式

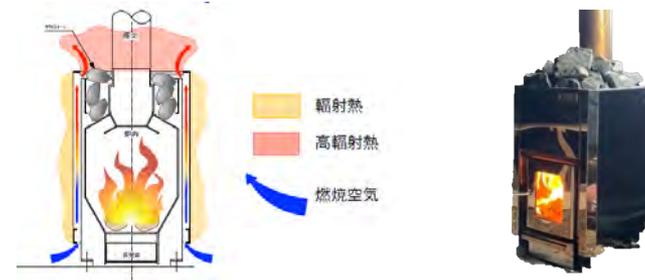
(1) 輻射式（薪ストーブ）

炉のケーシング（枠）本体表面から直接放出される輻射熱により室を温める方式。
一部側面や天板部に石を設置するタイプもこの方式に含まれる。



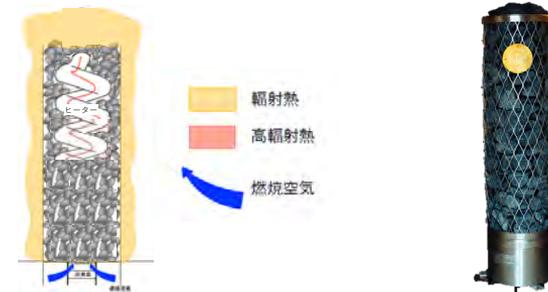
(2) 対流式（薪ストーブ）

炉の側面を取り囲むように遮熱効果のあるヒートシールドを備えた構造を対流式とする。
側面への熱影響を抑え空気層の対流により上部への熱流を促進しロウリュウ時の熱波を循環しやすくする効果が高い。



(3) 蓄熱輻射式（電気ストーブ）

主にヒーターから出た熱により温められた石の外表面から、全方位に輻射して室を温める方式。
ヒーター等の周り全てを石で囲うタイプを蓄熱輻射の特徴とする。



(4) 輻射対流式（電気ストーブ）

側面を取り囲むように遮熱効果のあるヒートシールドを備えた構造（対流式）。
側面への熱影響を抑え空気層の対流により上部への熱流を促進する。



実験内容について

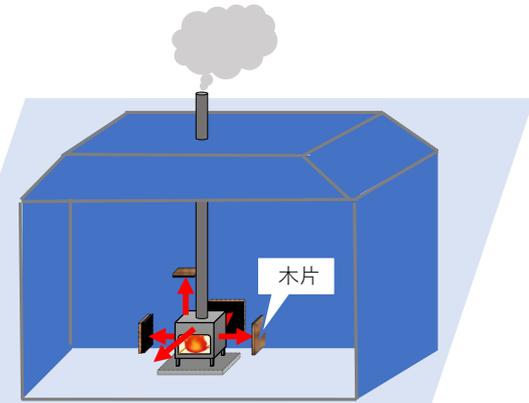
③ 実験の方法

< 1 温度等の計測項目 >

- (1) ストープ表面の温度を測定。
- (2) 室内及びストーブの周囲の可燃物（木片を設置）の表面温度の測定。
- (3) 一酸化炭素濃度の測定。
- (4) 換気量の測定。

< 2 - 1 実験の手順（薪ストーブ）【テント型・バレル型】 >

- (1) メーカーの定める使用方法により燃料を一定量燃焼させ、予熱を行う。
- (2) 予熱後、メーカーの定める最大薪量を用いて燃焼させる。
- (3) 通常の使用を想定し、20分間温度計測を実施する。
(一般的に可搬式サウナは15分から20分を1サイクルとして使用される。)
- (4) 燃焼サイクルを5サイクル実施する。*



< 2 - 2 実験の手順（電気ストーブ）【テント型・バレル型】 >

- (1) メーカーの定める使用方法により運転させ、室内の予熱を行う。
- (2) メーカーの定める最大出力となるように運転させる。
- (3) 定常状態（温度測定する位置における温度上昇が30分間につき0.5度以下になった状態をいう。）となる時点まで計測を実施する。*

< 2 - 3 実験の手順（劣化したストーブ）【テント型・バレル型】 >

（経年劣化等により煙突やストーブ本体に穴が開いた場合の危険性を確認するために実施）

- (1) 薪ストーブの煙突2か所（煙突貫通部の上方及び下方）に穴をあけ、擬似的に劣化した煙突を再現し実施する。
- (2) 薪ストーブ燃焼部分の扉を開けて、擬似的に劣化したストーブを再現すること。
- (3) その他の試験方法については、「2 - 1 実験の手順（薪ストーブ）」と同様。
- (4) CO濃度及び換気量の計測

※ 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（平成14年3月6日 消防庁告示第1号 改正 令和5年5月31日消防庁告示第8号）を参考。

実験内容について

- ・薪ストーブ：劣化したストーブを想定した実験も実施
- ・電気ストーブ：異常燃焼も実施

実使用環境下におけるストーブの加熱性能評価試験

実験	構造	ストーブ	種類	機器名	煙突
1	テント	薪ストーブ	輻射式	Savotta Original	1重
2	テント	薪ストーブ	対流式①	HI-6	1重
3	テント	薪ストーブ	対流式②	M B 10 A	1重
4	テント	電気ストーブ	蓄熱輻射式	IKI 3.3kW	－
5	テント	電気ストーブ	輻射対流式	SM60	－
6	バレル	薪ストーブ	輻射式	Savotta Original	1重
7	バレル	薪ストーブ	対流式①	HI-6	2重
8	バレル	電気ストーブ	蓄熱輻射式	IKI 3.3kW	－
9	バレル	電気ストーブ	輻射対流式	SM60	－

実験結果について

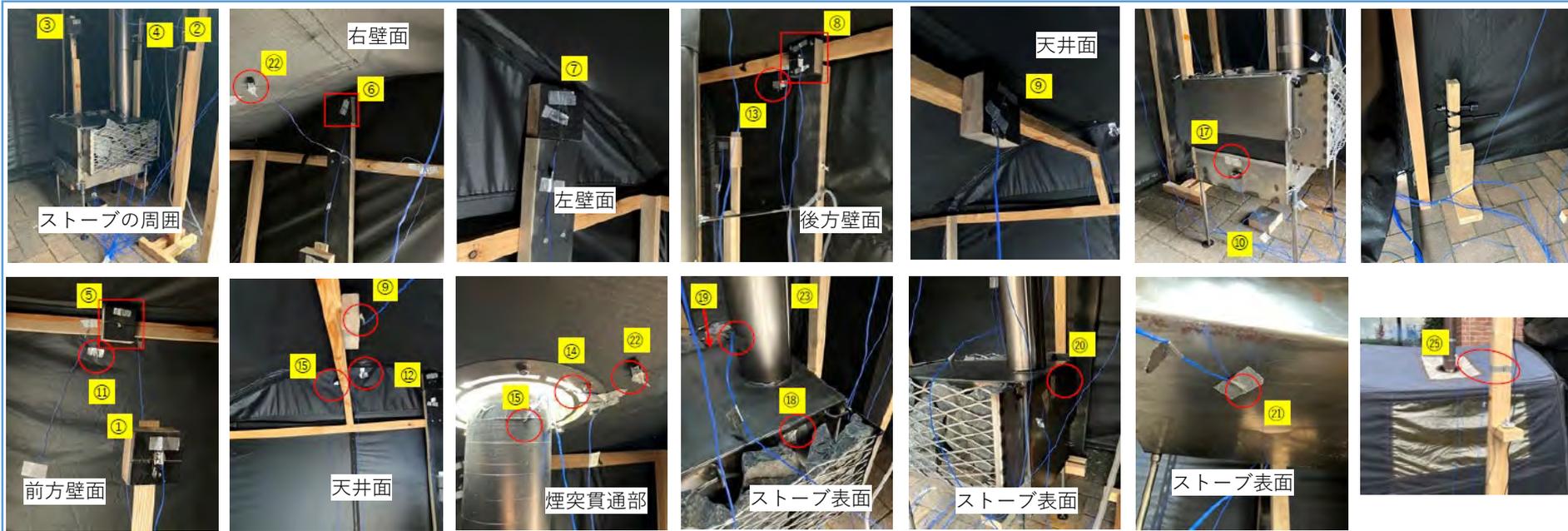
測定点の決定

テント、バレル等の室内は狭く、木壁等による測定点の決定が困難であるため、サーモグラフィにより、事前に温度が最高となる点を定め、その位置に木片を設置して計測した。



実験結果について

① テント型サウナ・輻射式薪ストーブ：Savotta Original



熱電対の位置と最高温度

※ 許容最高温度と基準周囲温度の差を試験周囲温度に加えた温度。

(対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準 (平成14年3月6日 消防庁告示第1号 改正 令和5年5月31日消防庁告示第8号)を参考。)

離隔距離	① 前方	② 右側方	③ 左側方	④ 後方	⑤ 前方 壁面 (木片)	⑥ 右側 壁面 (木片)	⑦ 左側 壁面 (木片)	⑧ 後方 壁面 (木片)	⑨ 天井 (木片)	⑩ 下方	⑪ 前方 壁面 (布)	⑫ 左側 壁面 (布)	⑬ 天井部 空気温度	⑭ 煙突 貫通部 空気温度	⑮ 煙突 貫通部	⑯ 下部 表面	⑰ 前面 表面	⑱ 右側 表面	⑲ 左側 表面	⑳ 後方 表面	㉑ 扉 表面 (ストーブ)	㉒ 煙突 貫通部 (布)	㉓ 煙突 表面	㉔ 外気
薪ストーブ 輻射式 (Savotta Original)	48	28	28	15	91	52	52	29	-	26	91	52	95	155	155	-	-	-	-	-	-	155	-	-
最高 温度 (°C)	71	79	83	82	72	80	74	79	81	46	56	62	83	116	233	37	32	109	362	41	148	89	81	29
劣化 ストーブ (°C)	95	106	111	110	91	100	98	100	105	66	70	78	107	147	323	47	35	195	412	52	238	108	106	25

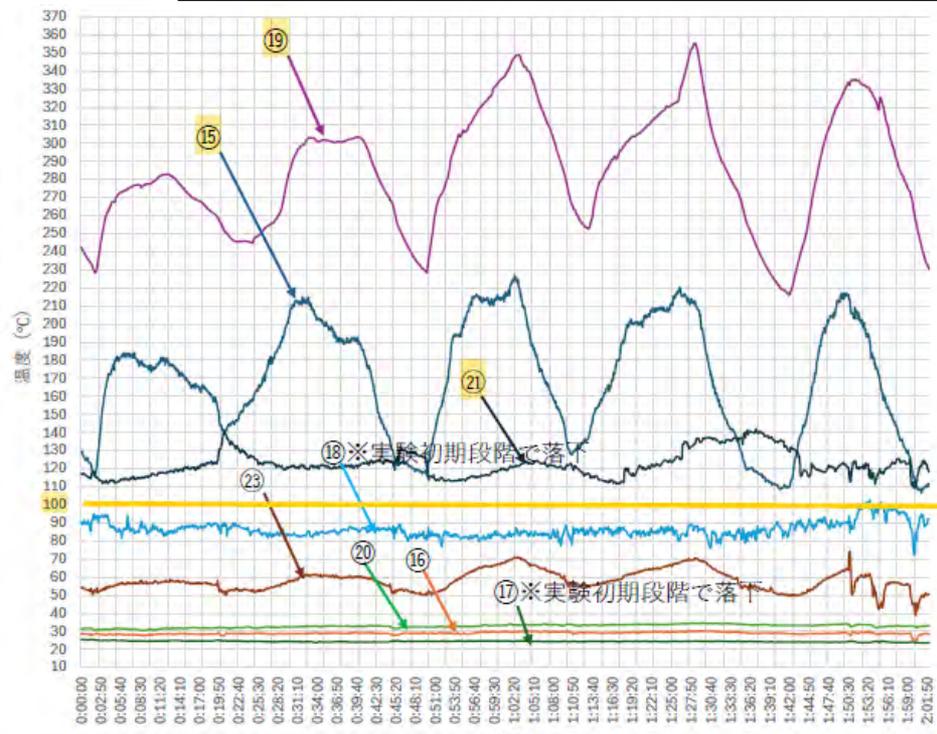
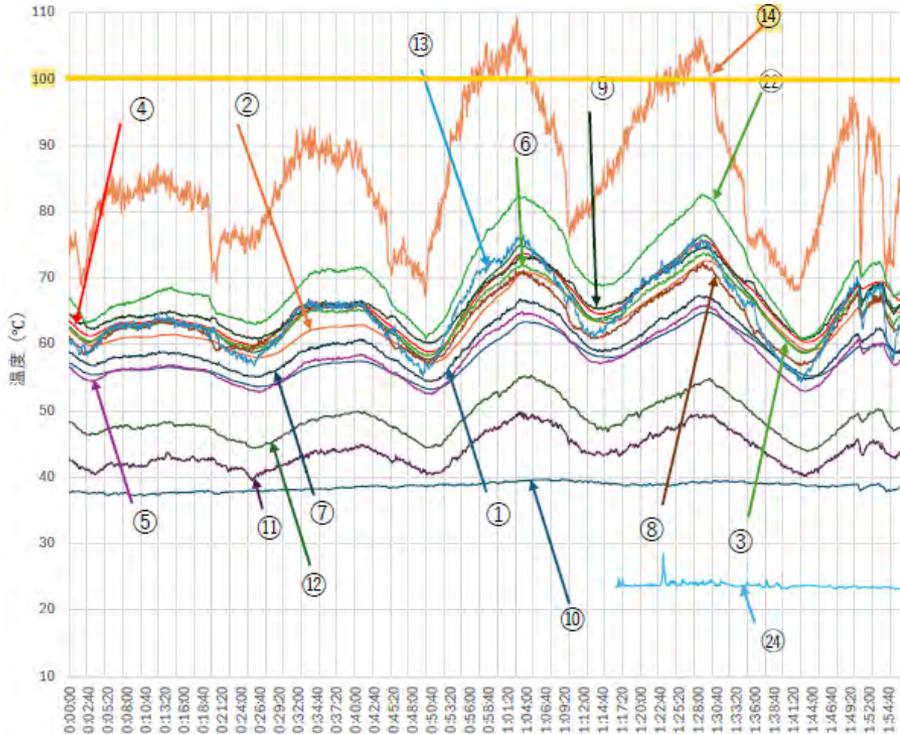
※ 100°Cを超えた部分は、ストーブ、煙突の表面温度及び空気温度であり、離隔距離に関する部分については、安全性が確認できた。

実験結果について

① テント型サウナ・輻射式薪ストーブ：Savotta Original

通常燃焼実験

※ 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（消防庁告示第1号）を参考に、下記の温度に許容最高温度と基準周囲温度（35℃）の差を試験周囲温度に加えた温度とする。



○薪を投入する際に、温度が下降し、薪の燃焼に合わせて温度が上昇する。

○100℃を超えた部分は、テント貫通部付近の**空気温度**であり、煙突からの放射熱による影響と考えられる。

- ① ストーブ前面中間木表面
- ② ストーブ右面中間木表面
- ③ ストーブ左面中間木表面
- ④ ストーブ背面中間木表面
- ⑤ ストーブ前面壁相当上側木表面
- ⑥ ストーブ右側壁相当上側木表面
- ⑦ ストーブ左側壁相当上側木表面
- ⑧ ストーブ背面壁相当上側木表面
- ⑨ 天井内木表面
- ⑩ ストーブ下側木表面
- ⑪ ストーブ前面壁相当上側布表面
- ⑫ ストーブ左側壁相当上側布表面
- ⑬ 天井空気温度
- ⑭ テント貫通部付近空気温度
- ⑮ テント貫通部布表面
- ⑯ 外気

○薪を投入する際に、温度が下降し、薪の燃焼に合わせて温度が上昇する。

○100℃を超えた部分は、ストーブ本体及び煙突表面の温度。

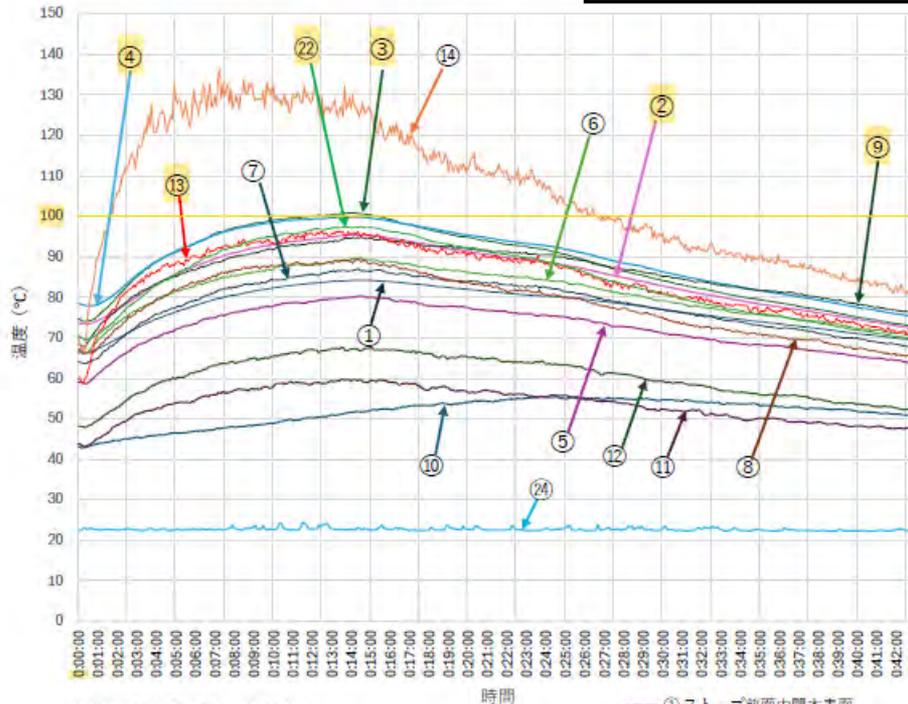
- ⑰ テント貫通部壁突表面
- ⑱ ストーブ本体下部表面
- ⑲ ストーブ本体前面表面
- ⑳ ストーブ右面表面
- ㉑ ストーブ左面表面
- ㉒ ストーブ背面表面
- ㉓ ストーブ本体裏表面
- ㉔ ストーブ煙突表面(+140)

実験結果について

① テント型サウナ・輻射式薪ストーブ：Savotta Original

劣化したストーブ想定燃焼実験

※ 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（消防庁告示第1号）を参考に、下記の温度に許容最高温度と基準周囲温度（35℃）の差を試験周囲温度に加えた温度とする。

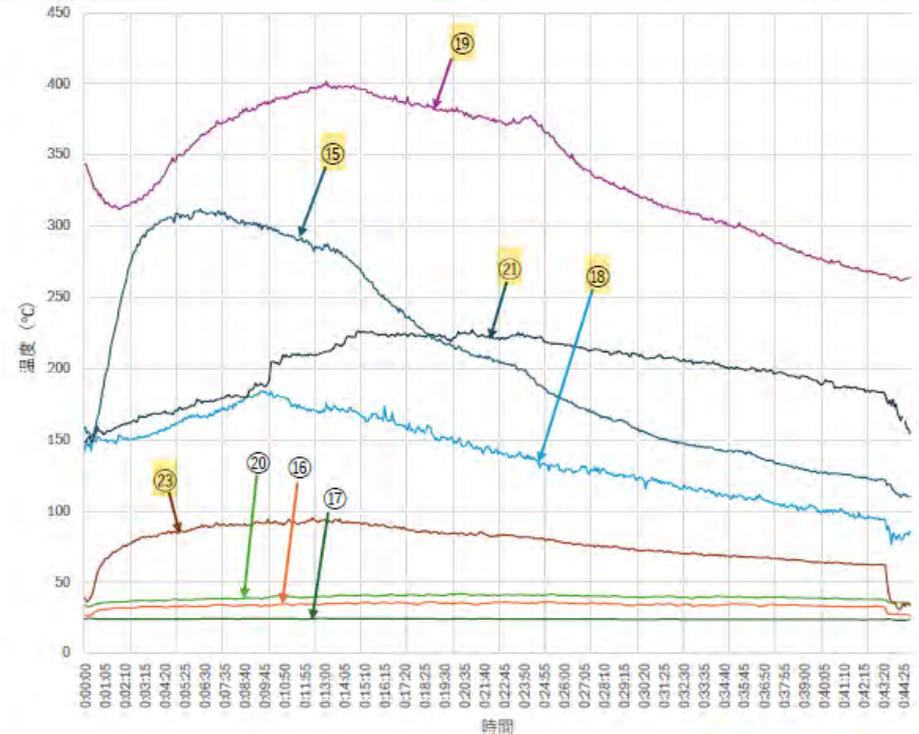


劣化想定使用温度 実証実験

○劣化したストーブを想定した実験では、薪を投入する際の急激な温度が低下がなく、余熱後に投入した薪の燃焼後は緩やかに下降している。

○通常燃焼実験に比べ、各測定点での温度が高くなっている。

- ① ストーブ前面中間木表面
- ② ストーブ右面中間木表面
- ③ ストーブ左面中間木表面
- ④ ストーブ背面中間木表面
- ⑤ ストーブ前面壁相当上倒木表面
- ⑥ ストーブ右側壁相当上倒木表面
- ⑦ ストーブ左側壁相当上倒木表面
- ⑧ ストーブ背面壁相当上倒木表面
- ⑨ 天井面木表面
- ⑩ ストーブ下倒木表面
- ⑪ ストーブ前面壁相当上倒木表面
- ⑫ ストーブ左側壁相当上倒木表面
- ⑬ 天井空気温度
- ⑭ テント貫通部付近空気温度
- ⑮ テント貫通部布表面
- ⑯ 外気



○劣化したストーブを想定した実験では、薪を投入する際の急激な温度が低下がなく、余熱後に投入した薪の燃焼後は緩やかに下降している。

○通常燃焼実験に比べ、ストーブ及び煙突の表面温度が高くなっている。

- ⑰ テント貫通部確実表面
- ⑱ ストーブ本体下部表面
- ⑲ ストーブ本体前面表面
- ⑳ ストーブ右面表面
- ㉑ ストーブ右面裏面
- ㉒ ストーブ背面表面
- ㉓ ストーブ本体裏表面
- ㉔ ストーブ確実表面(+140)

実験結果について

② テント型サウナ・対流式ストーブ：HI-6



熱電対の位置と最高温度

※ 許容最高温度と基準周囲温度の差を試験周囲温度に加えた温度。

(対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準 (平成14年3月6日 消防庁告示第1号 改正 令和5年5月31日消防庁告示第8号) を参考。)

離隔距離		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕	㉖
		前方	右側方	左側方	後方	前方壁面 (木片)	右側壁面 (木片)	左側壁面 (木片)	後方壁面 (木片)	下方	天井	前方壁面 (布)	左側壁面 (布)	後方壁面 (布)	天井貫通部 (布)	天井空気温度	扉表面 (ストーブ)	前面表面	右側表面	左側表面	後方表面	下部表面	煙突表面	煙突表面 (貫通)	空気温度 (煙突付近)	煙突表面 (屋外)	外気
		ストーブと壁面の中間																									
薪ストーブ 対流式 (HI-6)	離隔距離 (cm)	49	25	25	15	97	50	50	29	6	98	97	50	50	98	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	最高温度 (°C)	78	85	85	87	85	95	92	91	53	100	59	80	-	126	102	187	134	137	140	155	182	426	289	151	191	28
	劣化ストーブ (°C)	112	123	124	133	119	133	133	130	73	145	90	108	-	182	139	269	268	257	228	261	276	519	398	214	289	26

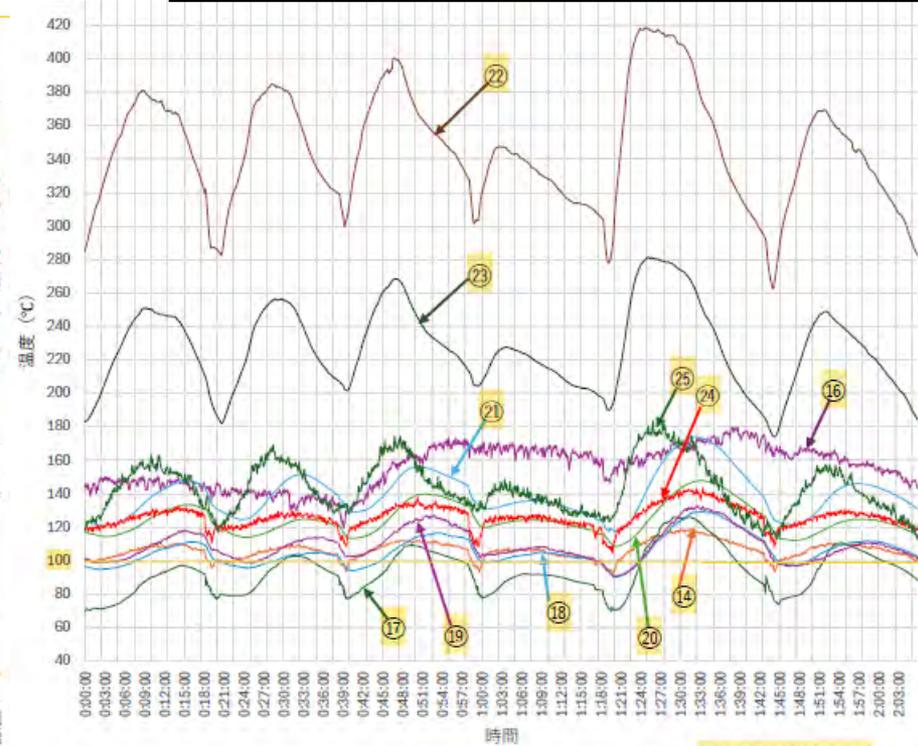
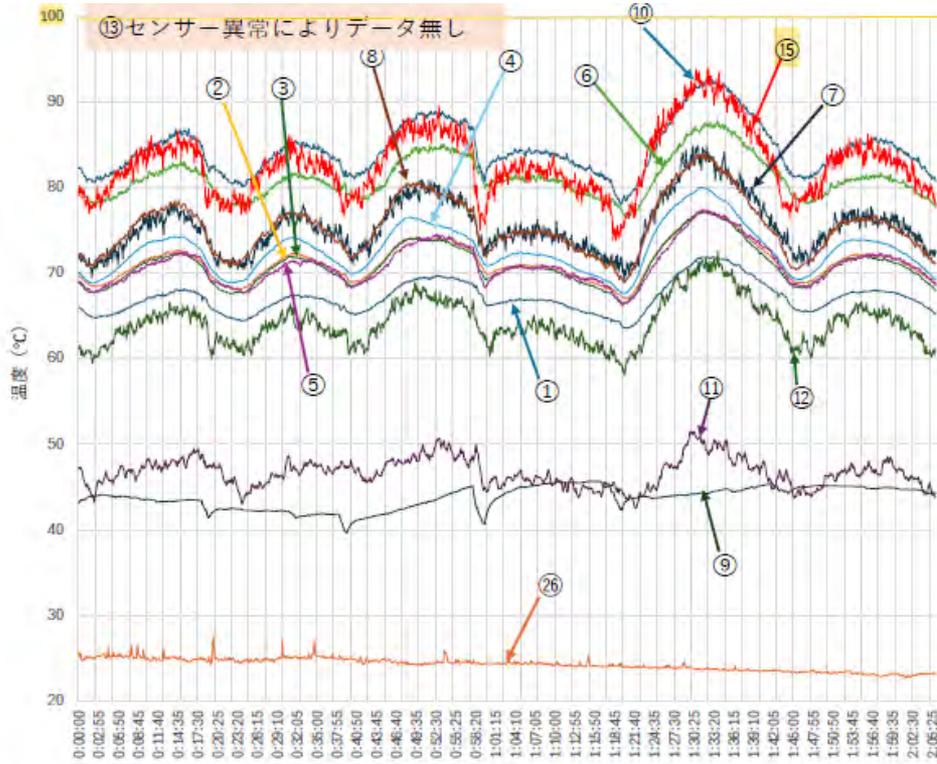
※ 100°Cを超えた部分は、ストーブ、煙突の表面温度及び空気温度であり、離隔距離に関する部分については、安全性が確認できた。
 なお、⑭テント貫通部分 (布) で、100°Cを断続的に超えている。また、㉒、㉓、㉕の煙突表面についても100°Cを大きく超える高温であることから、煙突周囲の不燃材の使用または離隔距離の確保を考慮する必要がある。

実験結果について

② テント型サウナ・対流式ストーブ：HI-6

通常燃焼実験

※ 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（消防庁告示第1号）を参考に、下記の温度に許容最高温度と基準周囲温度（35℃）の差を試験周囲温度に加えた温度とする。



○薪を投入する際に、温度が下降し、薪の燃焼に合わせて温度が上昇する。

○100℃を超えた部分は、天井付近の**空気温度**であり、煙突からの放射熱による影響と考えられる。

- ① ストーブ前面中間木表面
- ② ストーブ右面中間木表面
- ③ ストーブ左面中間木表面
- ④ ストーブ背面中間木表面
- ⑤ ストーブ前面壁相当上側木表面
- ⑥ ストーブ右側壁相当上側木表面
- ⑦ ストーブ左側壁相当上側木表面
- ⑧ ストーブ背面壁相当上側木表面
- ⑨ ストーブ下側木表面
- ⑩ 天井面木表面
- ⑪ ストーブ前面壁相当上側布表面
- ⑫ ストーブ左側壁相当上側布表面
- ⑬ ストーブ背面壁相当上側布表面
- ⑭ 天井空気温度
- ⑮ 外気温度

○薪を投入する際に、温度が下降し、薪の燃焼に合わせて温度が上昇する。

○100℃を超えた部分は、ストーブ本体、煙突の表面及び空気温度。

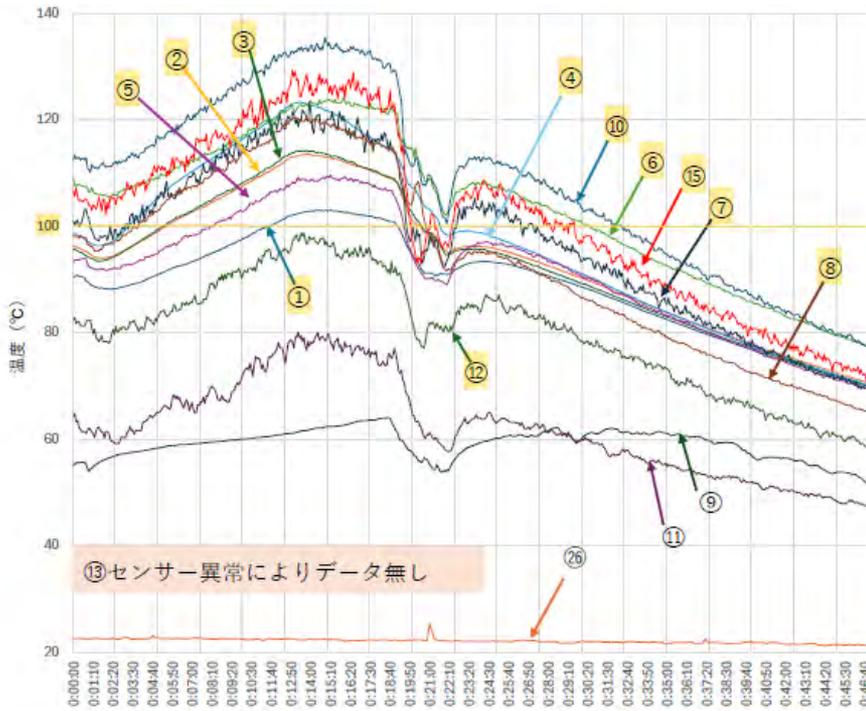
- ⑯ 天井貫通部付近布表面
- ⑰ ストーブ扉表面
- ⑱ ストーブ前面表面
- ⑲ ストーブ右面表面
- ⑳ ストーブ左面表面
- ㉑ ストーブ背面表面
- ㉒ ストーブ本体下部表面
- ㉓ ストーブ煙突表面(+140)
- ㉔ テント貫通部煙突表面
- ㉕ テント貫通部付近空気温度
- ㉖ 煙突屋外表面

実験結果について

② テント型サウナ・対流式ストーブ：HI-6

劣化したストーブ想定燃焼実験

※ 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（消防庁告示第1号）を参考に、下記の温度に許容最高温度と基準周囲温度（35℃）の差を試験周囲温度に加えた温度とする。



○劣化したストーブを想定した実験では、薪を投入する際の急激な温度が低下がなく、余熱後に投入した薪の燃焼後は緩やかに下降している。

○通常燃焼実験に比べ、ほとんどの測定点で100℃を超え、温度が高くなっている。

- ① ストーブ前面中間木表面
- ② ストーブ右面中間木表面
- ③ ストーブ左面中間木表面
- ④ ストーブ背面中間木表面
- ⑤ ストーブ前面壁相当上側木表面
- ⑥ ストーブ右側壁相当上側木表面
- ⑦ ストーブ左側壁相当上側木表面
- ⑧ ストーブ背面壁相当上側木表面
- ⑨ ストーブ下側木表面
- ⑩ 天井面木表面
- ⑪ ストーブ前面壁相当上側布表面
- ⑫ ストーブ右側壁相当上側布表面
- ⑬ ストーブ左側壁相当上側布表面
- ⑭ ストーブ背面壁相当上側布表面
- ⑮ 天井空気温度
- ⑯ 外気温度



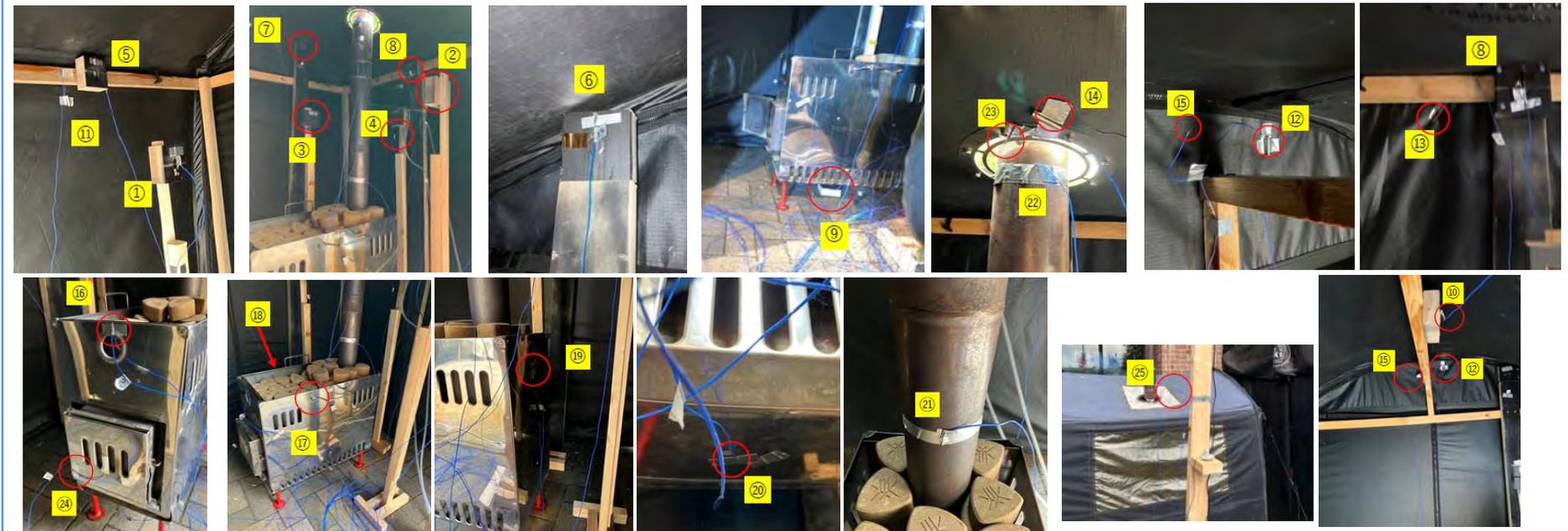
○劣化したストーブを想定した実験では、薪を投入する際の急激な温度が低下がなく、余熱後に投入した薪の燃焼後は緩やかに下降している。

○通常燃焼実験に比べ、ほとんどの測定点で温度が高くなっている。

- ⑰ 天井貫通部付近布表面
- ⑱ ストーブ扉表面
- ⑲ ストーブ前面表面
- ⑳ ストーブ右面表面
- ㉑ ストーブ左面表面
- ㉒ ストーブ背面表面
- ㉓ ストーブ本体下部表面
- ㉔ ストーブ焼炎表面(+140)
- ㉕ テント貫通部焼炎表面
- ㉖ テント貫通部付近空気温度
- ㉗ 焼炎屋外表面

実験結果について

③ テント型サウナ・対流薪ストーブ：MB10A



熱電対の位置と最高温度

※ 許容最高温度と基準周囲温度の差を試験周囲温度に加えた温度。

(対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準 (平成14年3月6日 消防庁告示第1号 改正 令和5年5月31日消防庁告示第8号) を参考。)

離隔距離		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕		
		前面	右側方	左側方	後方	前方壁面 (木片)	右側壁面 (木片)	左側壁面 (木片)	後方壁面 (木片)	下方	天井	前方壁面 (布)	左側壁面 (布)	後方壁面 (布)	煙突貫通部 (布)	天井 (空気温度)	前面表面	右側表面	左側表面	後方表面	下部表面	煙突表面	煙突表面	煙突貫通部 (空気温度)	ストーブ扉表面	環境温度		
		ストーブと壁面の中間																			表面温度							
薪ストーブ 対流式 (MB10A)	離隔距離 (cm)	37	28	28	15	74	53	53	30	10	109	74	53	30	99	109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	最高温度 (°C)	74	79	79	80	79	93	85	85	39	92	62	71	66	89	102	137	175	177	188	111	311	253	119	108	28		
	劣化ストーブ (°C)	114	57	122	88	122	143	131	136	55	141	60	103	97	130	158	243	300	334	348	230	501	410	301	301	26		

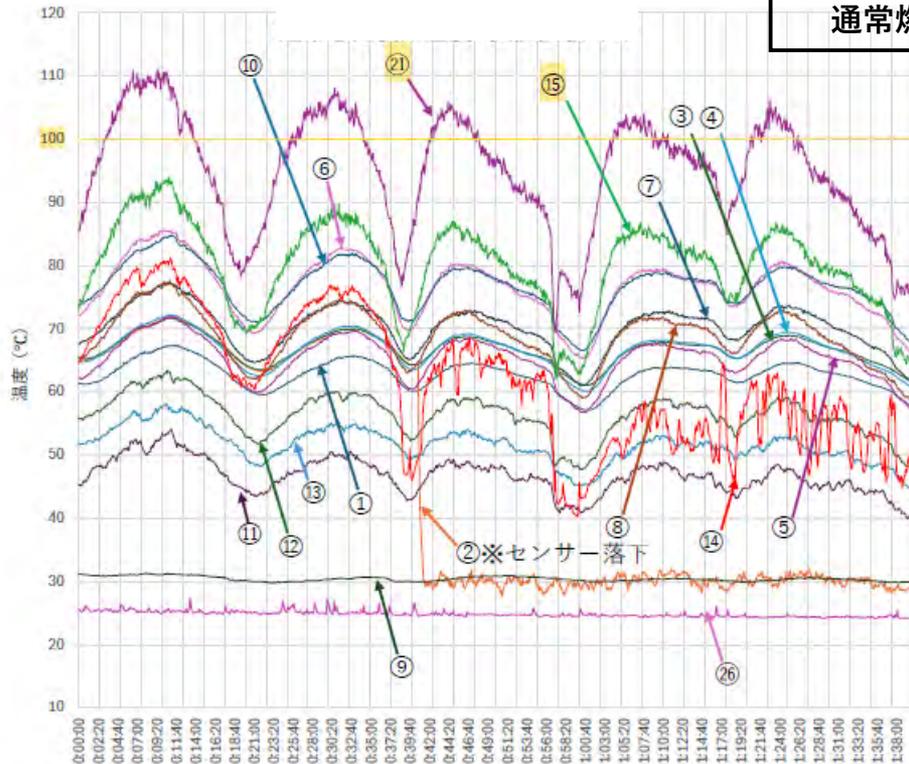
※ 100°Cを超えた部分は、ストーブ、煙突の表面温度及び空気温度であり、離隔距離に関する部分については、安全性が確認できた。

実験結果について

③ テント型サウナ・対流薪ストーブ：MB10A

通常燃焼実験

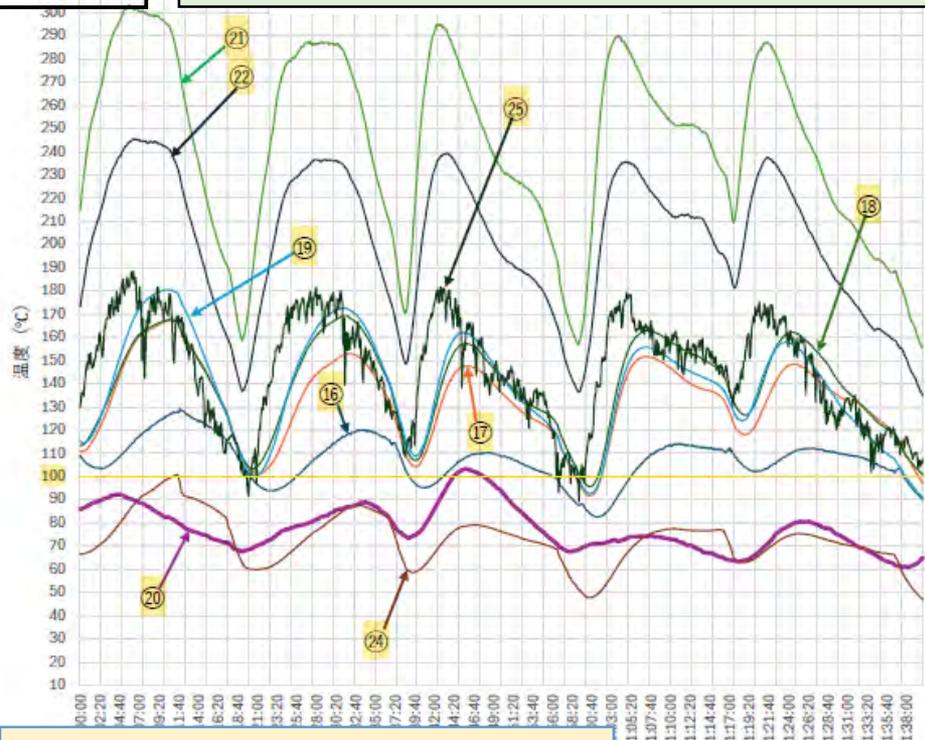
※ 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（消防庁告示第1号）を参考に、下記の温度に許容最高温度と基準周囲温度（35℃）の差を試験周囲温度に加えた温度とする。



○薪を投入する際に、温度が下降し、薪の燃焼に合わせて温度が上昇する。

○100℃を超えた部分は、天井付近及びテント貫通部付近の**空気温度**であり、煙突からの輻射熱による影響と考えられる。

- ① ストーブ前面中間木表面
- ② ストーブ右面中間木表面
- ③ ストーブ左面中間木表面
- ④ ストーブ背面中間木表面
- ⑤ ストーブ前面壁相当上側木表面
- ⑥ ストーブ右側壁相当上側木表面
- ⑦ ストーブ左側壁相当上側木表面
- ⑧ ストーブ背面壁相当上側木表面
- ⑨ ストーブ下側木表面
- ⑩ 天井面木表面
- ⑪ ストーブ前面壁相当上側布表面
- ⑫ ストーブ右側壁相当上側布表面
- ⑬ ストーブ左側壁相当上側布表面
- ⑭ ストーブ背面壁相当上側布表面
- ⑮ 天井布表面
- ⑯ 天井空気温度
- ⑰ テント貫通部付近空気温度
- ⑱ 外気温度



○薪を投入する際に、温度が下降し、薪の燃焼に合わせて温度が上昇する。

○100℃を超えた部分は、ストーブ本体、煙突の表面温度。

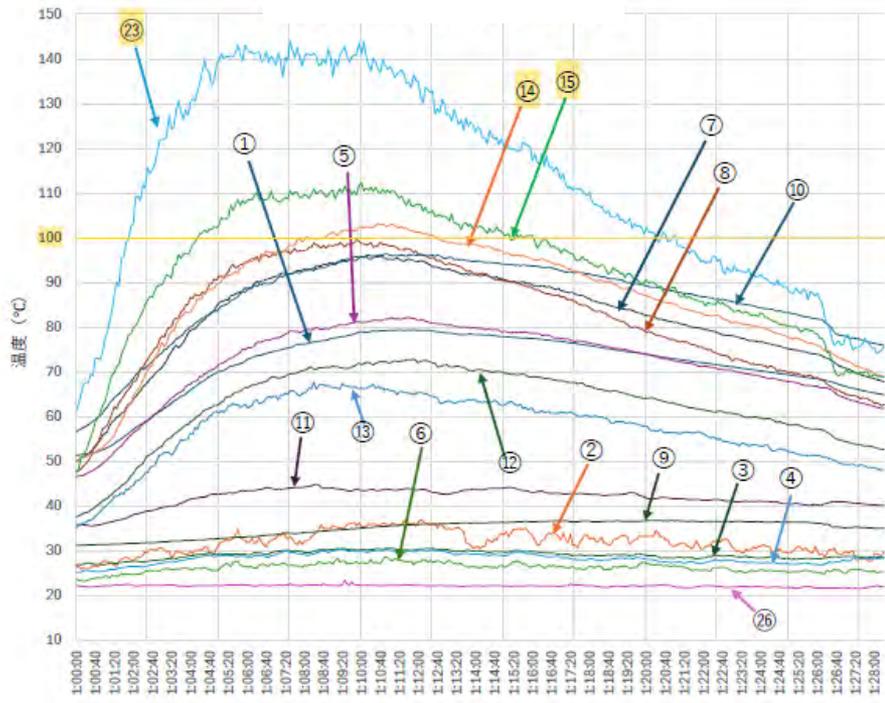
- ⑲ ストーブ前面表面
- ⑳ ストーブ右面表面
- ㉑ ストーブ左面表面
- ㉒ ストーブ背面表面
- ㉓ ストーブ本体下部表面
- ㉔ ストーブ煙突表面(140)
- ㉕ テント貫通部煙突表面
- ㉖ ストーブ扉表面
- ㉗ 煙突屋外表面

実験結果について

③ テント型サウナ・対流薪ストーブ：MB10A

劣化したストーブ想定燃焼実験

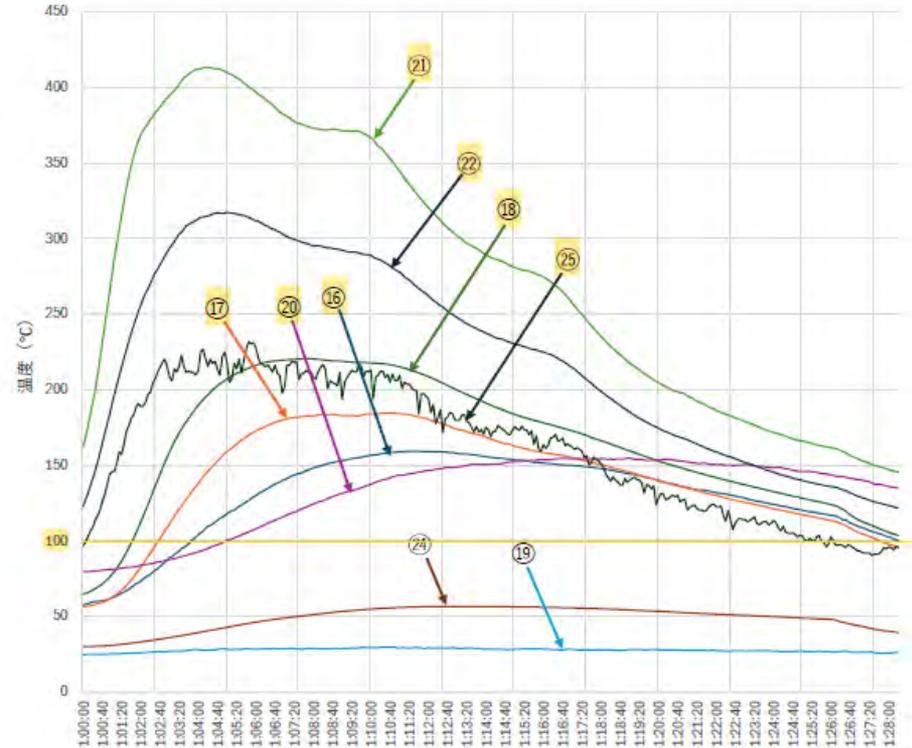
※ 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（消防庁告示第1号）を参考に、下記の温度に許容最高温度と基準周囲温度（35℃）の差を試験周囲温度に加えた温度とする。



○劣化したストーブを想定した実験では、薪を投入する際の急激な温度が低下がなく、余熱後に投入した薪の燃焼後は緩やかに下降している。

○100℃を超えた部分は、天井付近の空気温度及びテント貫通部付近の布の表面温度であり、煙突からの放射熱による影響と考えられる。

- ① ストーブ前面中間木表面
- ② ストーブ右面中間木表面
- ③ ストーブ左面中間木表面
- ④ ストーブ背面中間木表面
- ⑤ ストーブ前面壁相当上側木表面
- ⑥ ストーブ右側壁相当上側木表面
- ⑦ ストーブ左側壁相当上側木表面
- ⑧ ストーブ背面壁相当上側木表面
- ⑨ ストーブ下側木表面
- ⑩ 天井面木表面
- ⑪ ストーブ前面壁相当上側布表面
- ⑫ ストーブ左側壁相当上側布表面
- ⑬ ストーブ背面壁相当上側布表面
- ⑭ 天井布表面
- ⑮ 天井空気温度
- ⑯ テント貫通部付近空気温度
- ⑰ 外気温度



○劣化したストーブを想定した実験では、薪を投入する際の急激な温度が低下がなく、余熱後に投入した薪の燃焼後は緩やかに下降している。

○通常燃焼実験に比べ、ほとんどの測定点で温度が高くなっている。

- ⑱ ストーブ前面表面
- ⑲ ストーブ右面表面
- ⑳ ストーブ左面表面
- ㉑ ストーブ背面表面
- ㉒ ストーブ本体下部表面
- ㉓ ストーブ壁突表面(+140)
- ㉔ テント貫通部壁突表面
- ㉕ ストーブ扉表面
- ㉖ 煙突屋外表面

実験結果について

< 最高温度が100°Cを超えた箇所※ >

- 1 煙突貫通部の布面の表面温度
- 2 煙突表面温度

【実験結果からの考察】

< 煙突貫通部分の布面表面温度 >

断続的に100°Cを超えた布面表面温度については、煙突表面温度も高温であり、周囲が加熱された可能性がある。

< 離隔距離 >

- ストープの前後上下左右については、各測定点において 100°C を超える箇所はない。
- ストープ周囲の離隔距離については安全性が確認されたが、煙突貫通部分については、煙突表面がかなりの高温を示しているため、煙突周囲の離隔距離または不燃材料の使用等を含めた基準の検討が必要。

< 劣化ストーブ >

劣化したストーブでは、各測定点で正常な状態と比べて最高温度が大きく変化した。

設置の際に、ストーブの状態を確認する必要があると考えられる。

対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（抜粋）

（平成14年3月6日 消防庁告示第1号 改正 令和5年5月31日消防庁告示第8号）

- 許容最高温度 通常燃焼の場合又は異常燃焼で安全装置を有しない場合にあっては100度
- 可燃物の表面温度が許容最高温度を超えない距離又は当該可燃物に引火しない距離のうちいずれか長い距離

図1

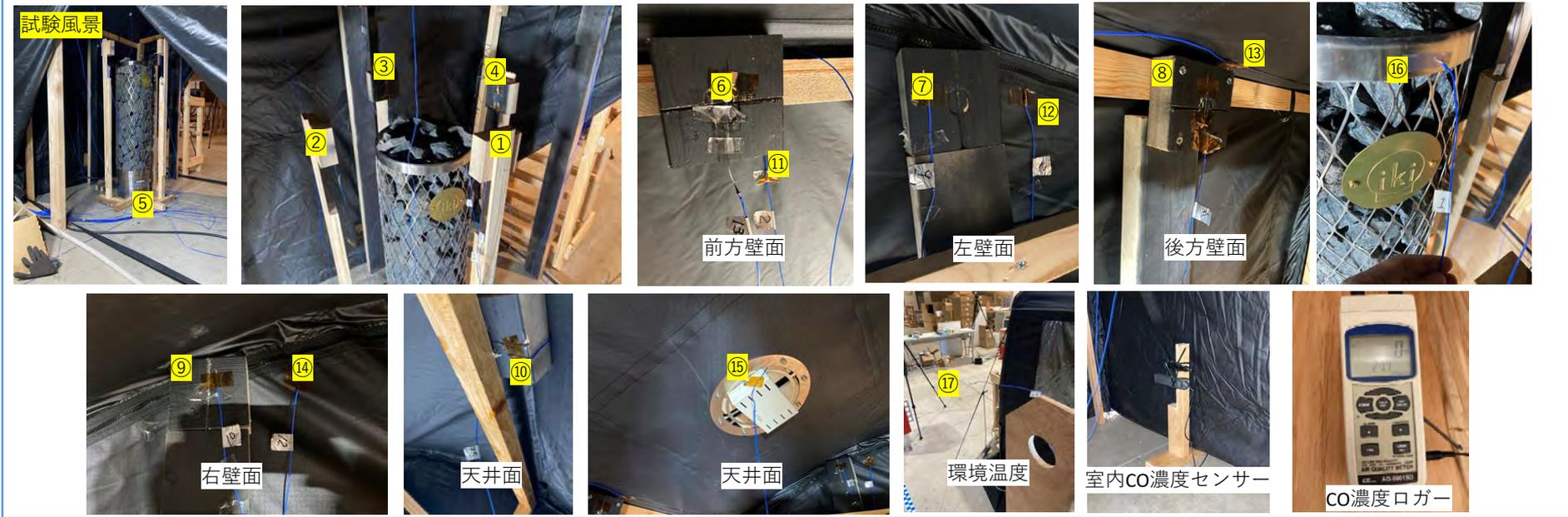


図2



実験結果について

④ テント型サウナ・蓄熱輻射式電気ストーブ：IKI 3.3kW



熱電対の位置と最高温度

※ 許容最高温度と基準周囲温度の差を試験周囲温度に加えた温度。

(対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準 (平成14年3月6日 消防庁告示第1号 改正 令和5年5月31日消防庁告示第8号) を参考。)

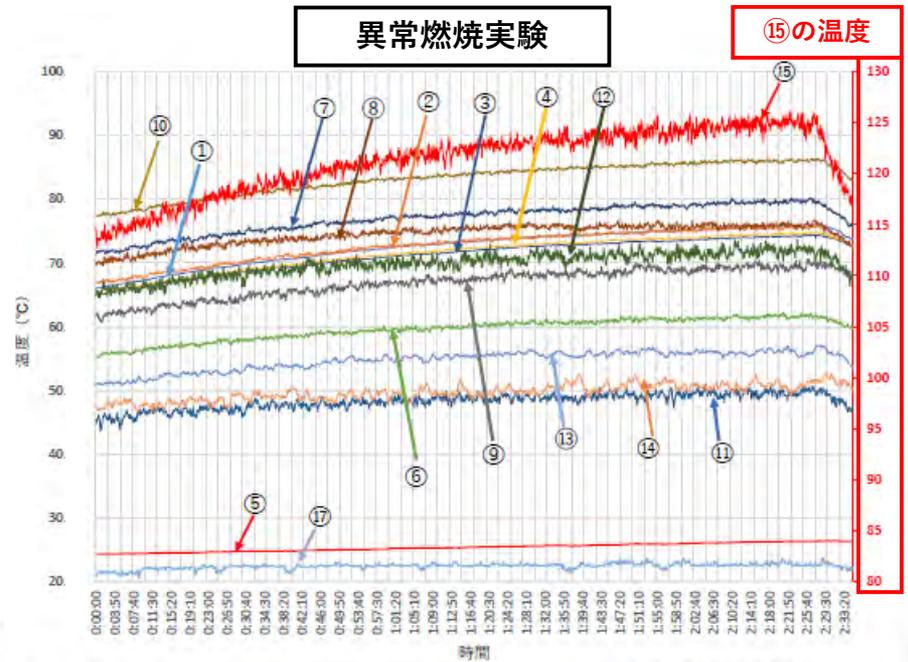
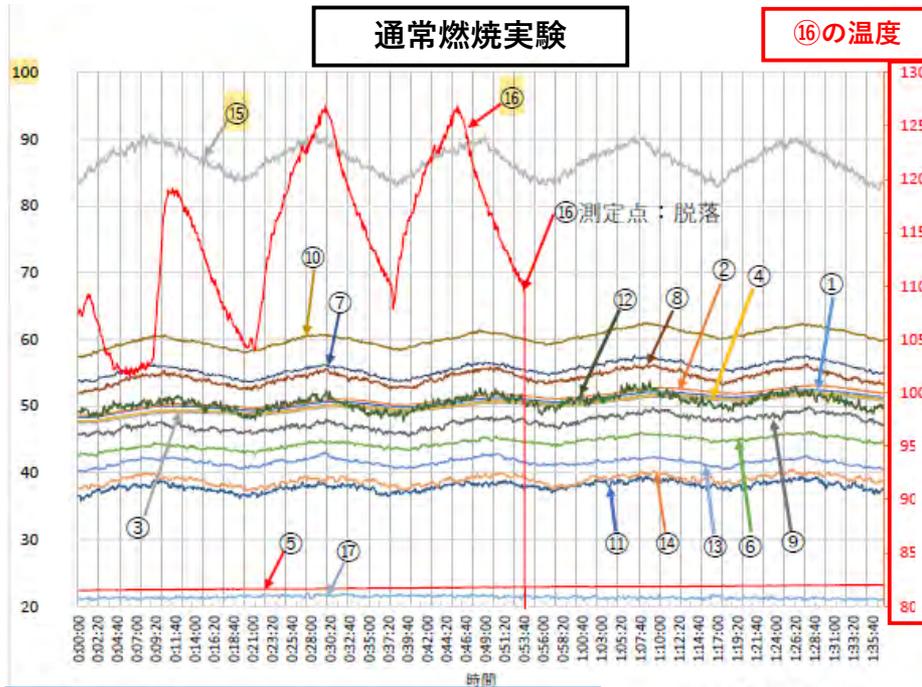
離隔距離		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰		
		前面	左側面	背面	右側面	下方	前方壁面 (木片)	左側壁面 (木片)	後方壁面 (木片)	右側壁面 (木片)	天井	前方壁面 (布)	左側壁面 (布)	後方壁面 (布)	右側壁面 (布)	天井部 空気温度	ストーブ 熱源上部	環境 温度		
		ストーブと壁面の中間																		
電気ストーブ 蓄熱輻射式 (IKI 3.3kW)	離隔 距離 (cm)	10	10	10	10	-	170	70	42	70	70	170	70	42	70	70	-	-		
	最高 温度 (°C)	66	67	65	65	37	60	71	70	63	76	53	67	57	54	104	140	22		
	異常 燃焼 (°C)	88	87	86	86	38	74	92	88	82	98	62	85	69	64	138	43	24		

※ 通常時100°Cを超えた部分は、熱源部及び空気温度であり、離隔距離に関する部分については、安全性が確認できた。

実験結果について

④ テント型サウナ・蓄熱輻射式電気ストーブ：IKI 3.3kW

※ 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（消防庁告示第1号）を参考に、下記の温度に許容最高温度と基準周囲温度（35℃）の差を試験周囲温度に加えた温度とする。



○通常、温度センサーにより、設定温度まで加温すると一度温度合下がるため、温度は一定ではなく波になる。

○○ 100℃を超えた部分は、天井付近の空気温度及びストーブ表面温度。

- ① ストーブ前面中間木表面
- ② ストーブ左面中間木表面
- ③ ストーブ背面中間木表面
- ④ ストーブ右面中間木表面
- ⑤ ストーブ下側木表面
- ⑥ ストーブ前面壁相当上側木表面
- ⑦ ストーブ左側壁相当上側木表面
- ⑧ ストーブ背面壁相当上側木表面
- ⑨ ストーブ右側壁相当上側木表面
- ⑩ 天井面木表面
- ⑪ ストーブ前面壁相当上側布表面
- ⑫ ストーブ左側壁相当上側布表面
- ⑬ ストーブ背面壁相当上側布表面
- ⑭ ストーブ右側壁相当上側布表面
- ⑮ 天井温度センサー付近空気温度
- ⑯ 試験室室温
- ⑰ ストーブ表面(H=1000)

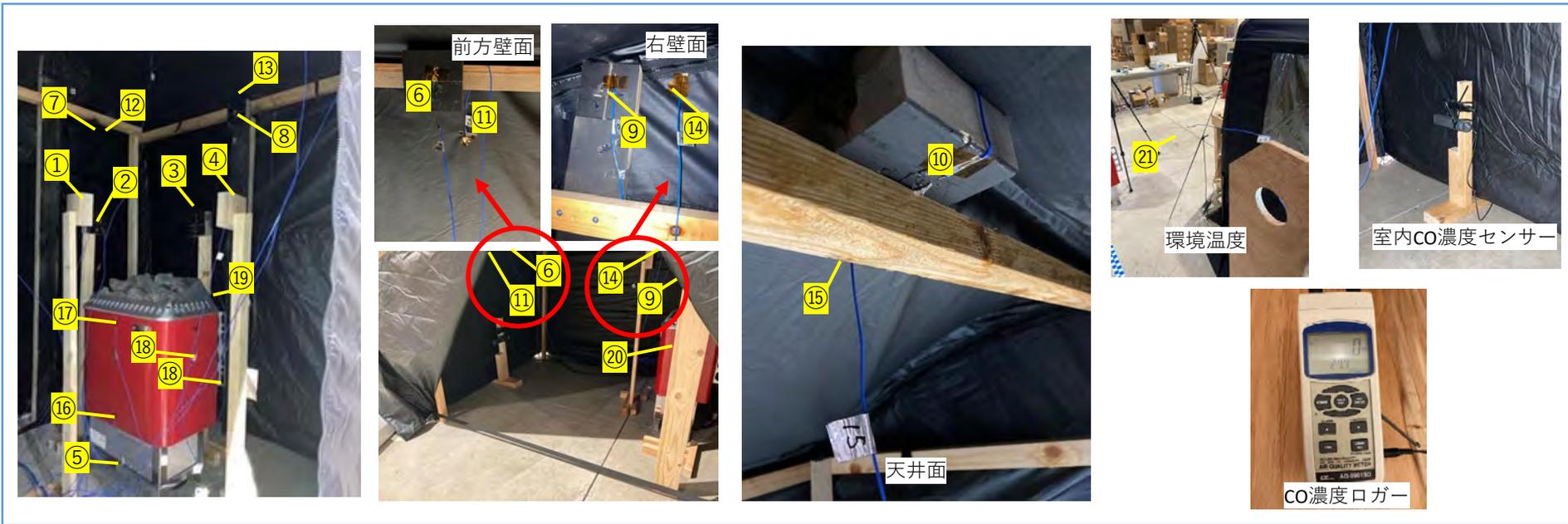
○温度センサーの故障を想定しているため、各温度が上昇を続ける。

○温度ヒューズ（144℃）が備わっており、作動するまで加熱を継続した。

- ① ストーブ前面中間木表面
- ② ストーブ左面中間木表面
- ③ ストーブ背面中間木表面
- ④ ストーブ右面中間木表面
- ⑤ ストーブ下側木表面
- ⑥ ストーブ前面壁相当上側木表面
- ⑦ ストーブ左側壁相当上側木表面
- ⑧ ストーブ背面壁相当上側木表面
- ⑨ ストーブ右側壁相当上側木表面
- ⑩ 天井面木表面
- ⑪ ストーブ前面壁相当上側布表面
- ⑫ ストーブ左側壁相当上側布表面
- ⑬ ストーブ背面壁相当上側布表面
- ⑭ ストーブ右側壁相当上側布表面
- ⑮ 天井温度センサー付近空気温度
- ⑯ 試験室室温
- ⑰ ストーブ表面(H=1000)

実験結果について

⑤ テント型サウナ・輻射対流式電気ストーブ：SM60



熱電対の位置と最高温度

※ 許容最高温度と基準周囲温度の差を試験周囲温度に加えた温度。

(対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準 (平成14年3月6日 消防庁告示第1号 改正 令和5年5月31日消防庁告示第8号) を参考。)

離隔距離		① 前方	② 左側方	③ 後方	④ 右側方	⑤ 下方	⑥ 前方 壁面	⑦ 左側方 壁面	⑧ 後方 壁面	⑨ 右側方 壁面	⑩ 天井	⑪ 前方 壁面 (布)	⑫ 左側方 壁面 (布)	⑬ 後方 壁面 (布)	⑭ 右側方 壁面 (布)	⑮ 天井 空気温度	⑯ 前面 下部	⑰ 前面 上部	⑱ 左側面 (表面)	⑲ 後部 (表面)	⑳ 右側面 (表面)	㉑ 環境 温度	
		ストーブと壁面の中間																表面温度					
SM60 (輻射対流式)	離隔 距離 (cm)	10	10	10	10	-	137	46	27	46	100	-	137	27	46	100	-	-	-	-	-	-	
	最高 温度 (°C)	68	65	63	64	39	63	73	83	71	73	54	70	67	63	95	73	68	65	63	64	22	
	異常 燃焼 (°C)	105	103	94	97	43	92	112	116	106	112	74	104	95	87	156	135	105	103	94	97	23	

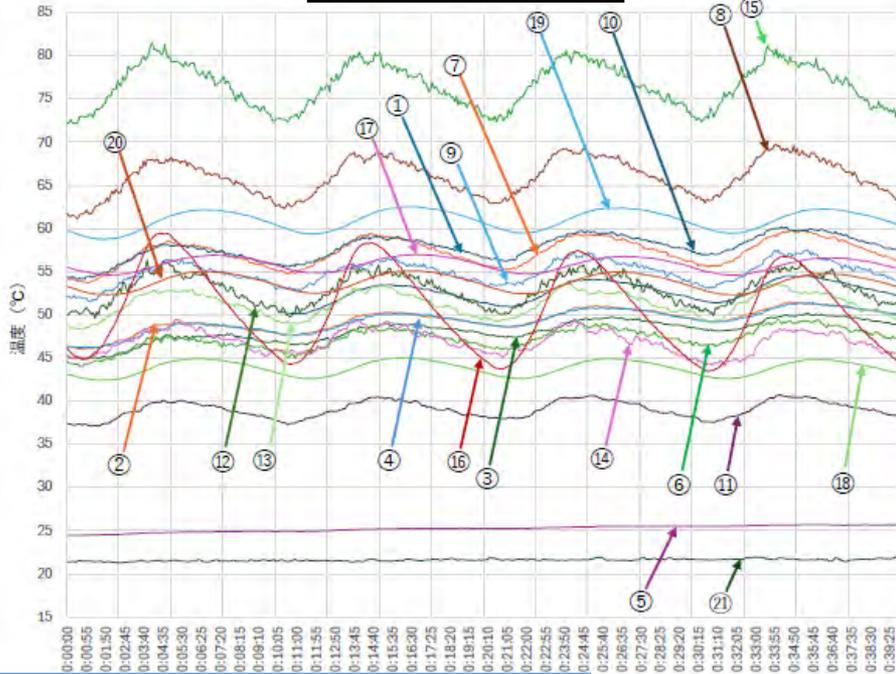
※ 通常時100°Cを超えた部分は無く、異常時150°Cを超えた部分は、空気温度であり、離隔距離に関する部分については、安全性が確認できた。

実験結果について

⑤ テント型サウナ・輻射対流式電気ストーブ：SM60

※ 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（消防庁告示第1号）を参考に、下記の温度に許容最高温度と基準周囲温度（35℃）の差を試験周囲温度に加えた温度とする。

通常燃焼実験

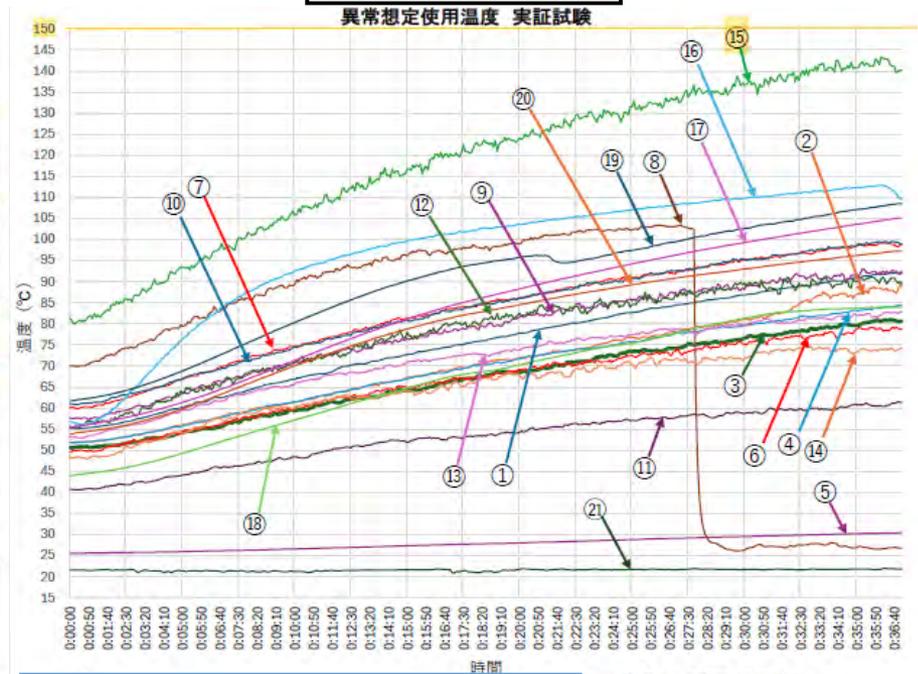


○通常、温度センサーにより、設定温度まで加温すると一度温度合下がるため、温度は一定ではなく波になる。

○○ 100℃を超えた部分は、天井付近の空気温度及びストーブ表面温度。

- ① ストーブ前面中間木表面
- ② ストーブ左面中間木表面
- ③ ストーブ背面中間木表面
- ④ ストーブ右面中間木表面
- ⑤ ストーブ下側木表面
- ⑥ ストーブ前面壁相当上側木表面
- ⑦ ストーブ左側壁相当上側木表面
- ⑧ ストーブ背面壁相当上側木表面
- ⑨ ストーブ右側壁相当上側木表面
- ⑩ 天井面木表面
- ⑪ ストーブ前面壁相当上側布表面
- ⑫ ストーブ左側壁相当上側布表面
- ⑬ ストーブ背面壁相当上側布表面
- ⑭ ストーブ右側壁相当上側布表面
- ⑮ 天井温度センサー付近空気温度
- ⑯ ストーブ前面表面(H=250)
- ⑰ ストーブ前面表面(H=560)
- ⑱ ストーブ左側面表面(H=560)
- ⑲ ストーブ背面表面(H=560)
- ⑳ ストーブ右側面表面(H=560)
- ㉑ 試験室室温

異常燃焼実験



○温度センサーの故障を想定しているため、各温度が上昇を続ける。

○温度ヒューズ（144℃）が備わっており、作動するまで加熱を継続した。

- ① ストーブ前面中間木表面
- ② ストーブ左面中間木表面
- ③ ストーブ背面中間木表面
- ④ ストーブ右面中間木表面
- ⑤ ストーブ下側木表面
- ⑥ ストーブ前面壁相当上側木表面
- ⑦ ストーブ左側壁相当上側木表面
- ⑧ ストーブ背面壁相当上側木表面
- ⑨ ストーブ右側壁相当上側木表面
- ⑩ 天井面木表面
- ⑪ ストーブ前面壁相当上側布表面
- ⑫ ストーブ左側壁相当上側布表面
- ⑬ ストーブ背面壁相当上側布表面
- ⑭ ストーブ右側壁相当上側布表面
- ⑮ 天井温度センサー付近空気温度
- ⑯ ストーブ前面表面(H=250)
- ⑰ ストーブ前面表面(H=560)
- ⑱ ストーブ左側面表面(H=560)
- ⑲ ストーブ背面表面(H=560)
- ⑳ ストーブ右側面表面(H=560)
- ㉑ 試験室室温

実験結果について

< 最高温度が100°Cを超えた箇所* >

熱源部及び空気温度

【実験結果からの考察】

電気ストーブをテント内で使用する際は、離隔距離を決定する上で基準となる部分については、**100°C**を超える部分はなく、安全性が確認できたため、実権結果を基に離隔距離を小さくすることは可能と考えられる。

対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（抜粋）

（平成14年3月6日 消防庁告示第1号 改正 令和5年5月31日消防庁告示第8号）

- 許容最高温度 通常燃焼の場合又は異常燃焼で安全装置を有しない場合にあっては**100度**を、異常燃焼で安全装置を有する場合にあっては次の表の上欄に掲げる対象火気設備、器具等の種別に応じそれぞれ同表の下欄に定める温度をいう。
- 通常燃焼時において、近接する可燃物の表面の温度上昇が定常状態に達したときに、当該可燃物の表面温度が許容最高温度を超えない距離又は当該可燃物に引火しない距離のうちいずれか長い距離
- 二 異常燃焼時において、対象火気設備、器具等の安全装置が作動するまで燃焼が継続したときに、近接する可燃物の表面温度が許容最高温度を超えない距離又は当該可燃物に引火しない距離のうちいずれか長い距離。

< 異常燃焼時の温度 >

対象火気設備、器具等の種別	温度
気体燃料を使用するもの	百三十五度
液体燃料を使用するもの	百三十五度
電気を熱源とするもの	百五十度

図1



図2



* 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（平成14年3月6日 消防庁告示第1号 改正 令和5年5月31日消防庁告示第8号）

実験結果について

⑥ バレル型サウナ・輻射式薪ストーブ：Savotta Original



熱電対の位置と最高温度

※ 許容最高温度と基準周囲温度の差を試験周囲温度に加えた温度。

(対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準 (平成14年3月6日 消防庁告示第1号 改正 令和5年5月31日消防庁告示第8号)を参考。)

離隔距離	① 前方 (上部)	② 右側方	③ 左側方	④ 後方	⑤ 下方	⑥ 前方 (入口上部)	⑦ 右側方 壁面	⑧ 左側方 壁面	⑨ 天井	⑩ 室内 空気温度	⑪ 前方 (下部)	⑫ 天井 空気温度	⑬ 後方 ケイカル板	⑭ 室外 木板表面	⑮ 煙突 表面	⑯ 煙突 表面	⑰ 下部 ケイカル板	⑱ 前面 (表面)	⑲ 右側面 (表面)	⑲ 左側面 (表面)	⑲ 背面 (表面)	⑲ 下部 (表面)	⑲ 扉ガラス (表面)	⑲ 環境 温度
	ストーブと壁面の中間														表面温度									
薪ストーブ 輻射式 (Savotta Original)	53	15	15	35	25	98	88	88	84	-	53	-	30	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-
最高 温度 (°C)	143	129	126	66	86	124	142	146	164	155	119	162	174	80	476	82	98	269	361	437	77	268	96	25
劣化 ストーブ (°C)	192	175	171	82	108	165	192	193	219	200	168	205	220	108	498	111	130	392	434	521	101	310	126	24

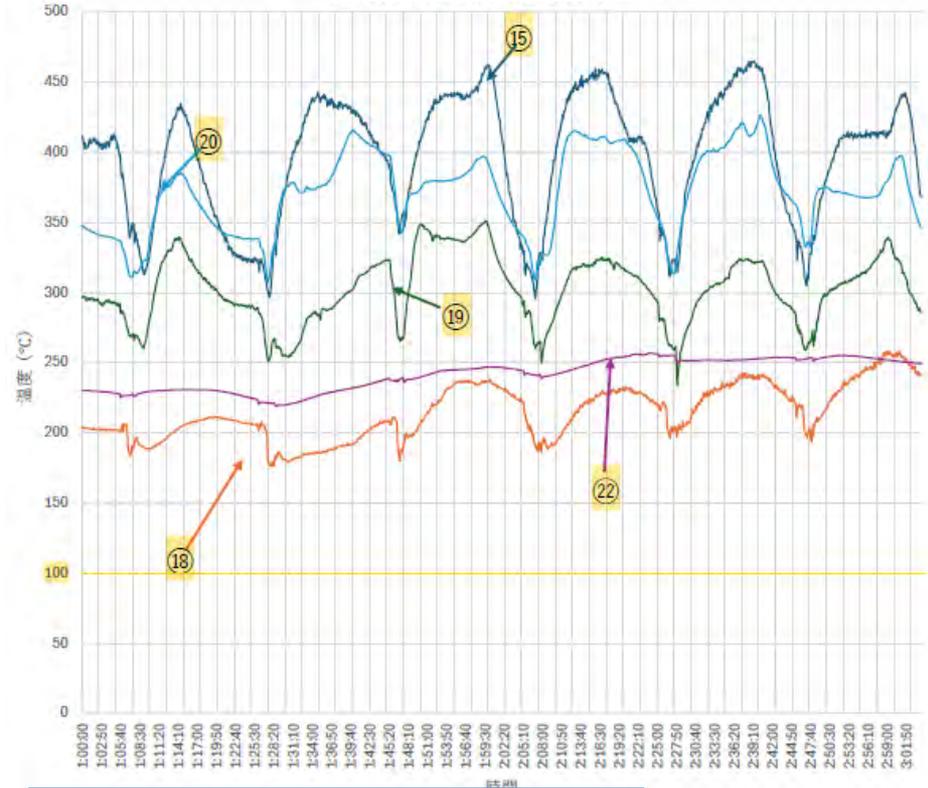
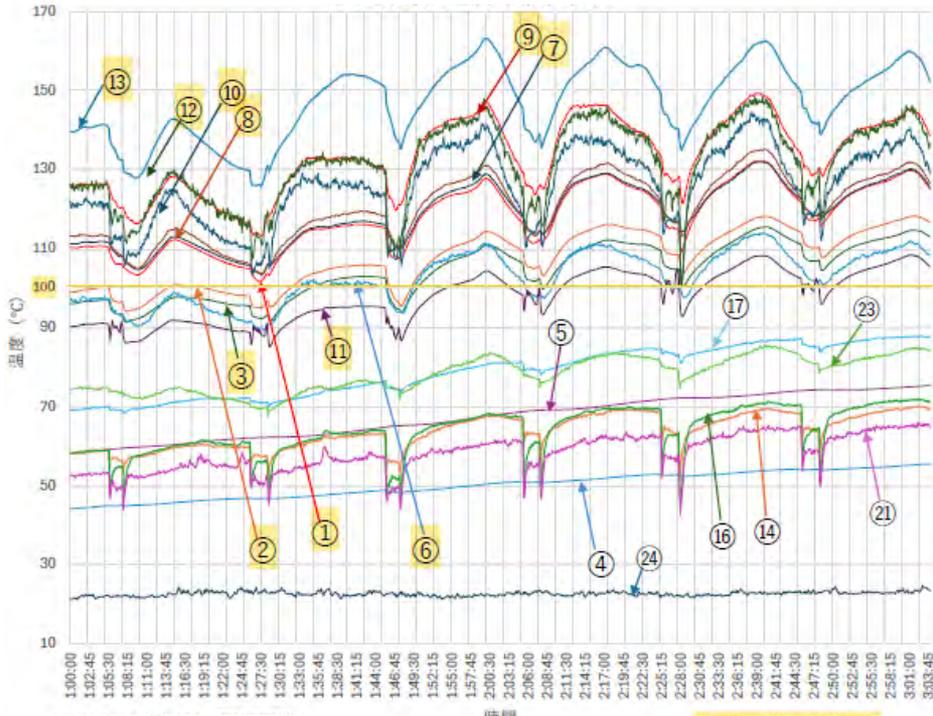
- ※ ○ ほとんどの測定点で100°Cを超えており、今回使用したバレルでは火災リスクが高く、輻射式薪ストーブ使用時の、安全性が確認できなかった。
- 煙突部分に関しても使用したストーブ付属の1重煙突を使用しているため、天井⑨でも煙突からの輻射熱により100°Cを大きく超える結果となった。

実験結果について

⑥ バレル型サウナ・輻射式薪ストーブ：Savotta Original

※ 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（消防庁告示第1号）を参考に、下記の温度に許容最高温度と基準周囲温度（35℃）の差を試験周囲温度に加えた温度とする。

通常燃焼実験



○薪を投入する際に、温度が低下し、薪の燃焼に合わせて温度が上昇する。

○今回行った実験の条件では、ほとんどの測定点で100℃を超えている。

- ① ストープ前面中間木表面
- ② ストープ右面中間木表面
- ③ ストープ左面中間木表面
- ④ ストープ背面木表面
- ⑤ ストープ下部木表面
- ⑥ ストープ前面扉上部木表面
- ⑦ 壁面右上部木表面
- ⑧ 壁面左上部木表面
- ⑨ 天井木板表面
- ⑩ 室内センサー付近空気温度
- ⑪ ストープ前面扉前木表面
- ⑫ 天井ストーブ上部空気温度
- ⑬ ストープ背面ケイカル板表面
- ⑭ 外気木板表面
- ⑮ 煙突上部表面
- ⑯ ストープ下部ケイカル板表面
- ⑰ ストープ背面表面
- ⑱ 扉ガラス内側表面
- ⑲ 外気温度

○薪を投入する際に、温度が下降し、薪の燃焼に合わせて温度が上昇する。

○100℃を超えた部分は、ストーブ本体、煙突の表面温度。

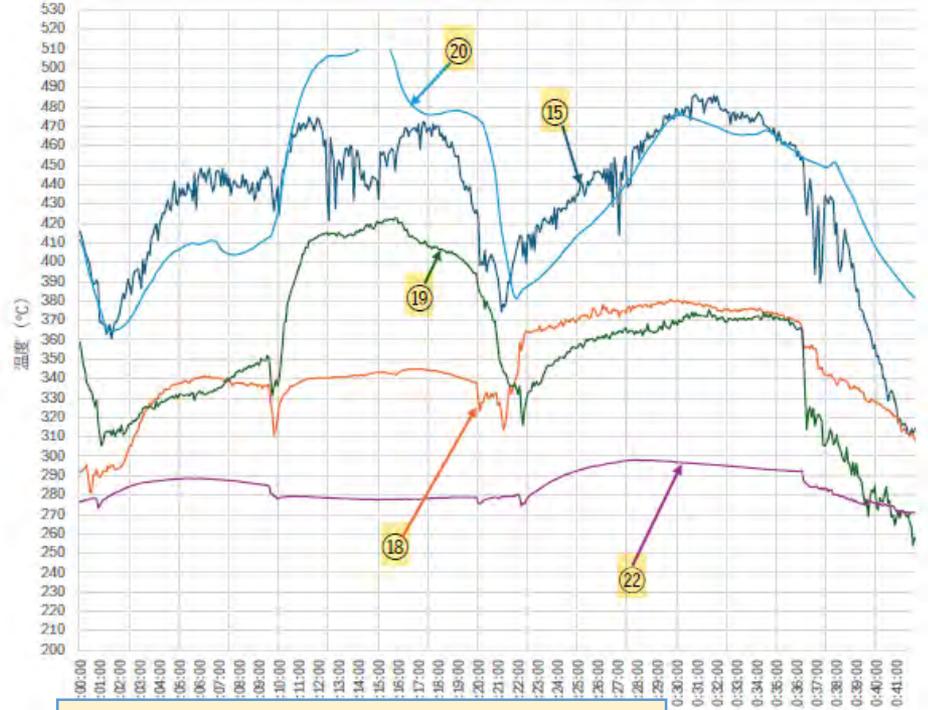
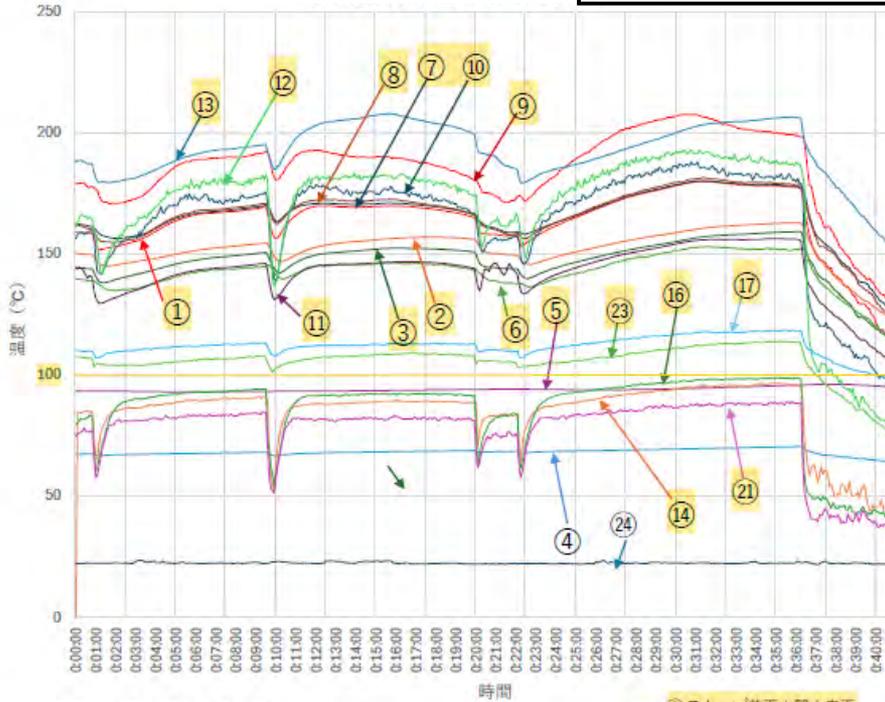
- ⑲ 煙突口元表面(H140)
- ⑱ ストープ前面表面
- ⑲ ストープ右面表面
- ⑲ ストープ左面表面
- ⑲ ストープ下部表面

実験結果について

⑥ バレル型サウナ・輻射式薪ストーブ：Savotta Original

※ 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（消防庁告示第1号）を参考に、下記の温度に許容最高温度と基準周囲温度（35℃）の差を試験周囲温度に加えた温度とする。

劣化したストーブ想定燃烧実験



○劣化したストーブを想定した実験では、薪を投入する際の急激な温度が低下はあるが、通常時と比べ、温度変化が安定してない。

○通常燃烧実験に比べ、各測定点での温度が高くなっている。

- ① ストーブ前面中間木表面
- ② ストーブ右面中間木表面
- ③ ストーブ左面中間木表面
- ④ ストーブ背面木表面
- ⑤ ストーブ下部木表面
- ⑥ ストーブ前面扉上部木表面
- ⑦ 壁面右上部木表面
- ⑧ 壁面左上部木表面
- ⑨ 天井木板表面
- ⑩ 室内センサー付近空気温度
- ⑪ ストーブ前面扉前木表面
- ⑫ 天井ストーブ上面空気温度
- ⑬ ストーブ背面ケイカル板表面
- ⑭ 外気木板表面
- ⑮ 煙突上部表面
- ⑯ ストーブ下部ケイカル板表面
- ⑰ ストーブ背面表面
- ⑱ 扉ガラス内側表面
- ⑲ 外気温度

○劣化したストーブを想定した実験では、薪を投入する際の急激な温度が低下はあるが、通常時と比べ、温度変化が安定してない。

○通常燃烧実験に比べ、ストーブ及び煙突の表面温度が高くなっている。

- ⑲ 煙突口元表面(H1.40)
- ⑳ ストーブ前面表面
- ㉑ ストーブ右面表面
- ㉒ ストーブ左面表面
- ㉓ ストーブ下部表面

実験結果について

⑦ バレル型サウナ・対流式薪ストーブ：HI-6



熱電対の位置と最高温度

※ 許容最高温度と基準周囲温度の差を試験周囲温度に加えた温度。

(対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準 (平成14年3月6日 消防庁告示第1号 改正 令和5年5月31日消防庁告示第8号)を参考。)

離隔距離		① 前面	② 右側面	③ 左側面	④ 後方	⑤ 右側壁面	⑥ 左側壁面	⑦ 前方壁面	⑧ 下方	⑨ 上方天井	⑩ 室内 空気温度	⑪ 天井 空気温度	⑫ 防熱板	⑬ 煙突 表面	⑭ 煙突 表面	⑮ 扉 ガラス	⑯ 前面 表面	⑰ 右側 表面	⑱ 左側 表面	⑲ 後方表 面	⑳ 煙突 表面	㉑ 灰入 表面	㉒ 下方 ケイカル板	㉓ 後方 ケイカル板	㉔ 外気
		ストーブと壁面の中間												表面温度											
薪ストーブ 対流式 (HI-6)	離隔 距離 (cm)	57	18	18	30	70	70	105	-	105	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-
	最高 温度 (°C)	130	132	117	114	64	133	134	111	70	156	139	165	184	176	201	97	208	212	202	221	368	140	65	23
	劣化 ストーブ (°C)	123	128	111	109	72	127	126	-	79	148	129	149	171	161	104	94	178	158	-	178	73	67	88	19

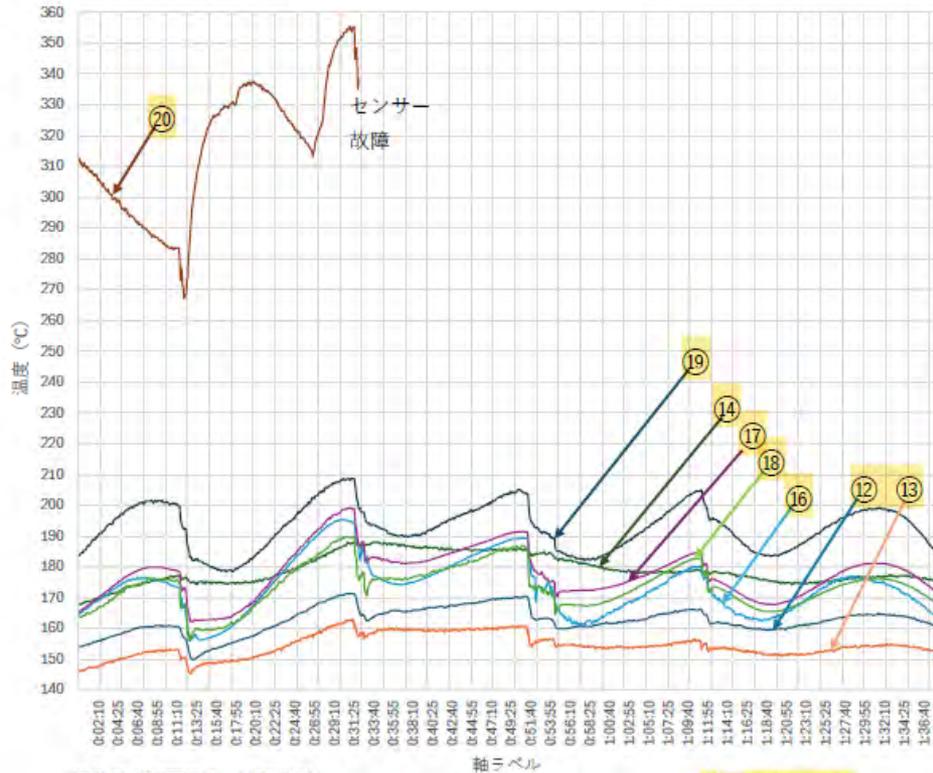
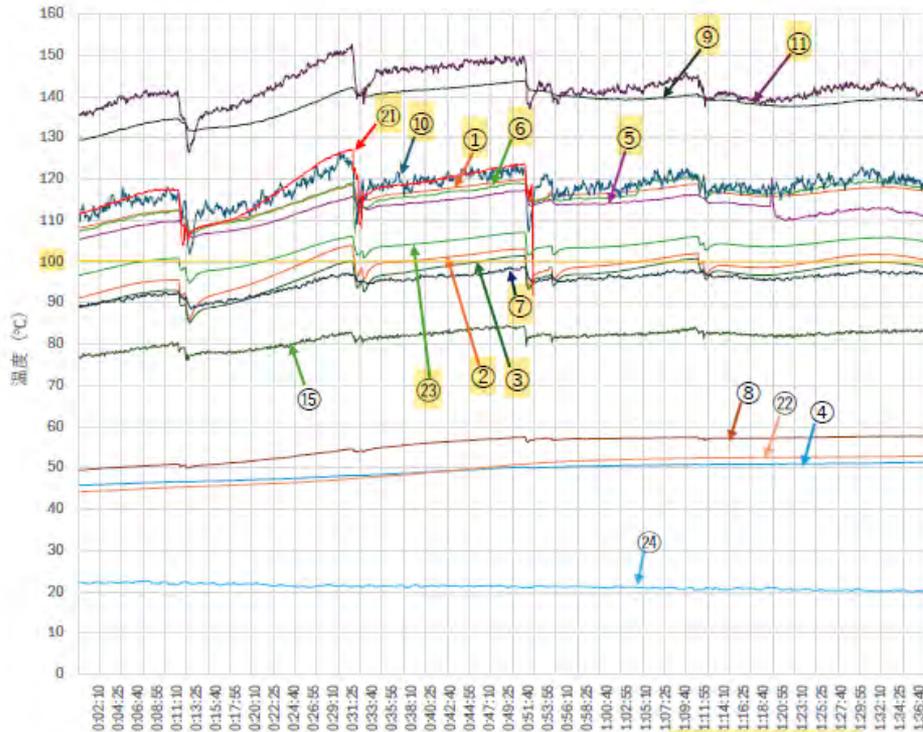
- ほとんどの測定点で100°Cを超えており、今回使用したバレルでは火災リスクが高く、対流式薪ストーブ使用時の、安全性が確認できなかった。
- 煙突部分に関しては2重煙突を使用しているため、輻射式で使用した1重煙突に比べ、表面温度は低くなった。バレル式サウナ等で薪ストーブを使用する場合は、2重煙突を使用することで火災リスクの軽減につながると考えられる。

実験結果について

⑦ バレル型サウナ・対流式薪ストーブ：HI-6

通常燃焼実験

※ 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（消防庁告示第1号）を参考に、下記の温度に許容最高温度と基準周囲温度（35℃）の差を試験周囲温度に加えた温度とする。



○薪を投入する際に、温度が低下し、薪の燃焼に合わせて温度が上昇する。

○今回行った実験の条件では、ほとんどの測定点で100℃を超えている。

○薪を投入する際に、温度が下降し、薪の燃焼に合わせて温度が上昇する。

○100℃を超えた部分は、ストーブ本体、煙突の表面温度。

- ① ストーブ前面中間木表面
- ② ベンチ右面中間木表面
- ③ ベンチ左面中間木表面
- ④ ストーブ背面木表面
- ⑤ 壁面右上部木表面
- ⑥ 壁面左上部木表面
- ⑦ ストーブ前面扉上部木表面
- ⑧ ストーブ下部木表面
- ⑨ 天井ストーブ上部木表面温度
- ⑩ 室内センサー付近空気温度
- ⑪ 天井ストーブ上部空気温度
- ⑫ 扉ガラス内側表面
- ⑬ ストーブ灰入り手表面
- ⑭ ストーブ下部ケイカル板表面
- ⑮ ストーブ背面ケイカル板表面
- ⑯ 外気温度

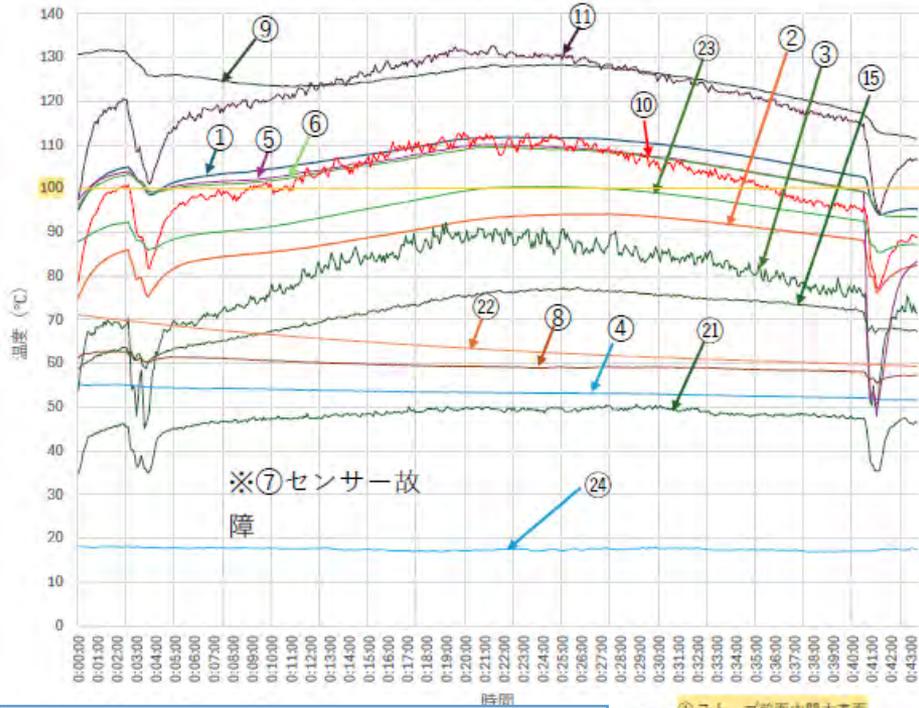
- ⑰ SUS防熱板裏面表面
- ⑱ 煙突天井高さ表面
- ⑲ 煙突天井内上部表面
- ⑳ ストーブ前面表面
- ㉑ ストーブ右面表面
- ㉒ ストーブ左面表面
- ㉓ ストーブ背面表面
- ㉔ ストーブ口元表面(本体+140)

実験結果について

⑦ バレル型サウナ・対流式薪ストーブ：HI-6

※ 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（消防庁告示第1号）を参考に、下記の温度に許容最高温度と基準周囲温度（35℃）の差を試験周囲温度に加えた温度とする。

劣化したストーブ想定燃焼実験

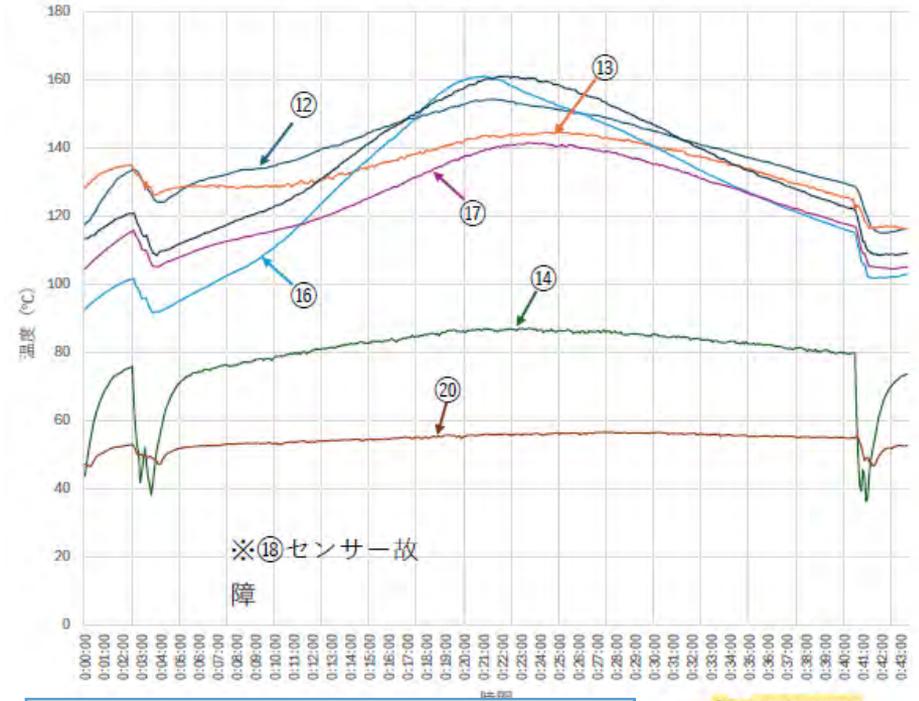


※⑦センサー故障

○劣化したストーブを想定した実験では、緩やかに温度上昇し、その後緩やかに下降している。薪投入による温度の低下はほとんど見られなかった。

○通常燃焼実験と同様に、ほとんどの測定点で100℃を超えている。

- ① ストーブ前面中間木表面
- ② ベンチ右面中間木表面
- ③ ベンチ左面中間木表面
- ④ ストーブ背面木表面
- ⑤ 壁面右上部木表面
- ⑥ 壁面上部木表面
- ⑦ ストーブ前面扉上部木表面
- ⑧ ストーブ下部木表面
- ⑨ 天井ストーブ上面木表面温度
- ⑩ 室内センサー付近空気温度
- ⑪ 天井ストーブ上面空気温度
- ⑫ 扉ガラス内側表面
- ⑬ ストーブ灰入引手表面
- ⑭ ストーブ下部ケイカル板表面
- ⑮ ストーブ背面ケイカル板表面
- ⑯ 外気温度



※⑱センサー故障

○劣化したストーブを想定した実験では、緩やかに温度上昇し、その後緩やかに下降している。薪投入による温度の低下はほとんど見られなかった。

○通常燃焼実験と同様に、ほとんどの測定点で100℃を超えている。

- ⑱ SUS防熱板裏面表面
- ⑲ 煙突天井高さ表面
- ⑳ 煙突天井屋内上部表面
- ㉑ ストーブ前面表面
- ㉒ ストーブ右面表面
- ㉓ ストーブ左面表面
- ㉔ ストーブ背面表面
- ㉕ ストーブ口元表面(本体+140)

実験結果について

<最高温度が100°Cを超えた箇所*>

- ほとんどの測定点で100°Cを超えており、今回使用したバレルでは火災リスクが高く、バレル型サウナの場合、今回の離隔距離では薪ストーブ使用時の安全性が確認できなかった。
- 煙突部分に関しては2重煙突を使用した場合、1重煙突に比べ、表面温度は低くなったことから、バレル式サウナ等で薪ストーブを使用する場合は2重煙突を使用することで火災リスクの軽減につながると考えられる。

【実験結果からの考察】

- バレル型サウナに薪ストーブを使用する際は、一定の離隔距離を確保する又は不燃材等で防火安全対策を講じる必要があると考えられる。
- 煙突は、1重煙突では高温となり、2重煙突に比べ火災リスクが高くなるため、2重煙突を推奨するべきと考えられる。

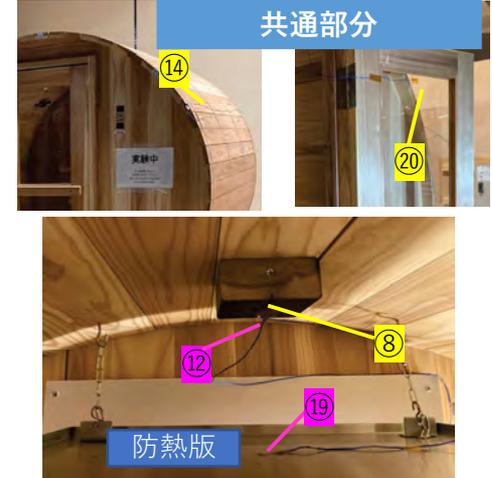
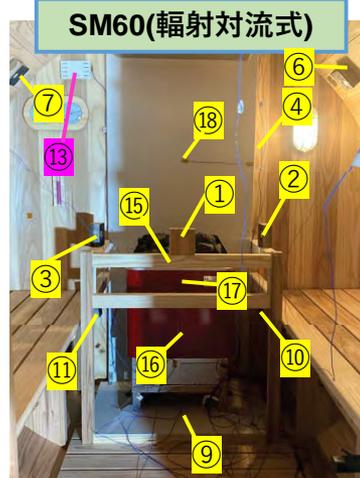
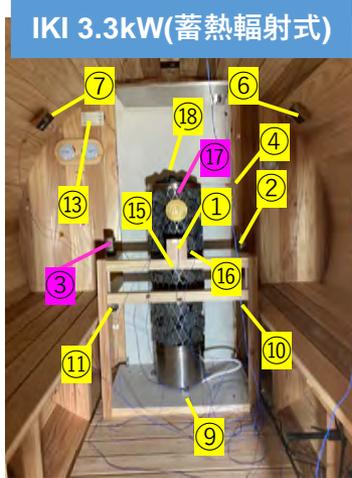
離隔距離		① 前方 (上部)	② 右側方	③ 左側方	⑥ 前方 (入口上部)	⑦ 右側方 壁面	⑧ 左側方 壁面	⑨ 天井	⑪ 前方 (下部)	⑫ 天井 空気温度	⑬ 後方 ケイカル板	⑭ 室外 木板表面	⑮ 煙突 表面 (下部)	⑯ 煙突 表面 (上部)
薪ストーブ 輻射式 (Savotta Original)	離隔 距離 (cm)	57	18	18	98	88	88	84	53	-	30	-	-	-
	最高 温度 (°C)	143	129	126	124	142	146	164	119	162	174	80	476	82
	劣化 ストーブ (°C)	192	175	171	165	192	193	219	168	205	220	108	498	111

離隔距離		① 前面	② 右側 面	③ 左側 面	④ 後方	⑤ 右側 壁面	⑥ 左側 壁面	⑦ 前方 壁面	⑧ 下方	⑪ 天井 空気温度	⑫ 防熱板	⑬ 煙突 表面 (下部)	⑭ 煙突 表面 (上部)	⑯ 煙突 表面 (接合部)	⑰ 灰入 表面	⑱ 下方 ケイカル 板
薪ストーブ 対流式 (HI-6)	離隔 距離 (cm)	57	18	18	30	70	70	105	-	-	100	-	-	-	-	-
	最高 温度 (°C)	130	132	117	114	64	133	134	111	139	165	184	176	221	368	140
	劣化 ストーブ (°C)	123	128	111	109	72	127	126	-	129	149	171	161	178	73	67



実験結果について

⑧、⑨ バレル型サウナ・蓄熱輻射式電気ストーブ：IKI 3.3kW・輻射対流式電気ストーブ：SM60



熱電対の位置と最高温度

※ 許容最高温度と基準周囲温度の差を試験周囲温度に加えた温度。

(対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準(平成14年3月6日 消防庁告示第1号 改正 令和5年5月31日消防庁告示第8号)を参考。)

機器名		① 前面 (上部)	② 右側面 (上部)	③ 左側面 (上部)	④ 背面 (木板)	⑤ 前面 (入口上部)	⑥ 右側面 (壁面)	⑦ 左側面 (壁面)	⑧ 上方 (天井)	⑨ ストーブ 下部 (ケミカル版)	⑩ 右側面 (下部)	⑪ 左側面 (下部)	⑫ 天井 (空気温度)	⑬ 室内 センサー部 (空気温度)	⑭ 環境温度	⑮ 前面 (ケミカル版)	⑯ ストーブ (前面下部)	⑰ ストーブ (前面上部)	⑱ 背面 (ケイカル版)	⑲ 防熱板 (裏面)	⑳ 扉ガラス (表面)
IKI 3.3kW (蓄熱輻射式)	離隔 距離 (cm)	11	11	11	15	110	74	74	93	10	11	11	93	-	-	11	0	0	11	62	110
	最高 温度 (°C)	89	86	107	65	75	81	79	85	39	61	64	99	93	23	78	86	208	83	103	59
	異常燃 焼 (°C)	142	135	167	95	108	128	117	121	54	88	101	136	131	23	114	134	300	120	145	82
SM60 (輻射対流式)	離隔 距離 (cm)	11	11	11	15	110	74	74	93	10	11	11	93	-	-	11	0	0	11	62	110
	最高 温度 (°C)	73	66	65	48	76	75	77	84	36	49	50	107	97	24	69	56	63	66	107	57
	異常燃 焼 (°C)	134	112	111	72	131	127	132	146	50	76	76	182	167	24	124	99	114	114	183	94

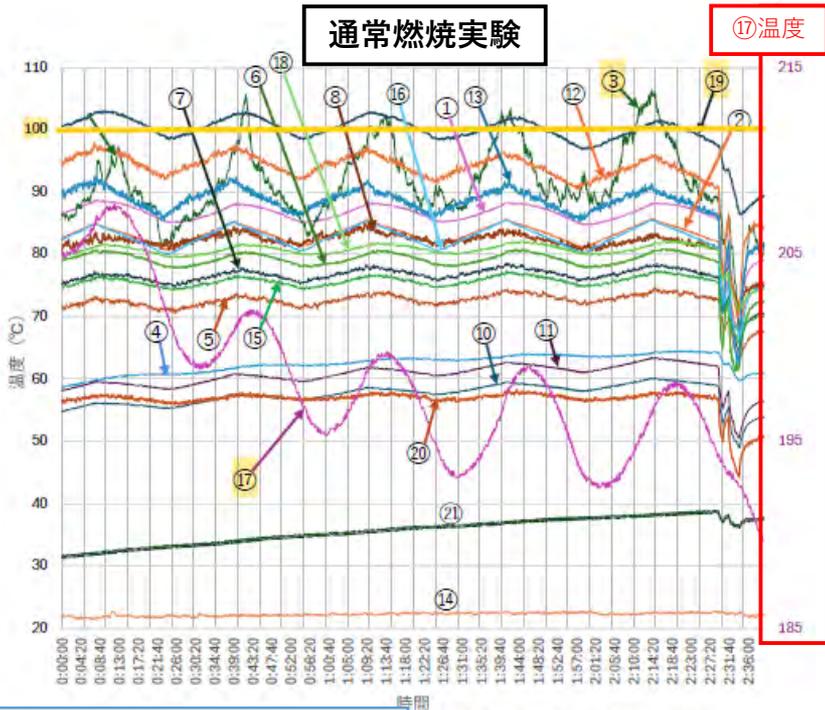
※ ○ ③については、100°Cを超えたが、100°Cを継続的に超えている時間は2～5分間であり、火災危険性は高くないものと考えられる

○ ⑫、⑬については空気温度であり、⑲については防熱板であるため、可燃物の表面温度ではなく離隔距離への影響は無い。

実験結果について

⑧ バレル型 + 蓄熱輻射式電気ストーブ：IKI 3.3kW

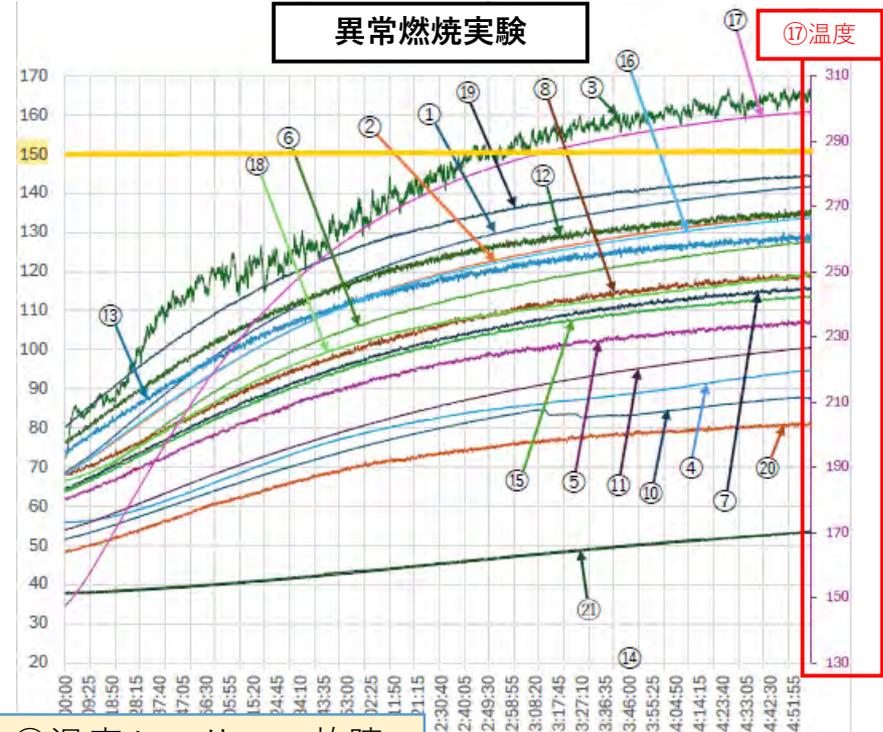
※ 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（消防庁告示第1号）を参考に、下記の温度に許容最高温度と基準周囲温度（35℃）の差を試験周囲温度に加えた温度とする。



○通常、温度センサーにより、設定温度まで加温すると一度温度合下がるため、温度は一定ではなく波になる。

○熱源部である⑰は、予熱時には温度が急激に上がるが、予熱後は徐々に下降していく。

- ① ストーブ前面手摺木板表面
- ② ストーブ右面手摺木板表面
- ③ ストーブ左面手摺木板表面
- ④ ストーブ背面木板表面温度
- ⑤ ストーブ前面扉上部木板表面
- ⑥ 壁面右上面木相当面木板表面
- ⑦ 壁面左上面木相当面木板表面
- ⑧ 天井ストーブ上面木相当面木板表面
- ⑨ ストーブ下部ケイカル板表面
- ⑩ ベンチ右面木部木板表面
- ⑪ ベンチ左面木部木板表面
- ⑫ 天井ストーブ上面空気温度
- ⑬ 室内センサー部空気温度
- ⑭ 試験設置室空気温度
- ⑮ ストーブ前面ケイカル板表面温度
- ⑯ ストーブ本体前面表面(座面高)
- ⑰ ストーブ本体前面表面(上部)
- ⑱ ストーブ背面ケイカル板H1000表面温度
- ⑲ SUS防熱板裏面表面温度
- ⑳ 扉ガラス表面表面温度
- ㉑ ストーブ下部木相当面表面温度
- ㉒ ストーブ下部木相当面表面温度



○温度センサーの故障を想定しているため、各温度が上昇を続ける。

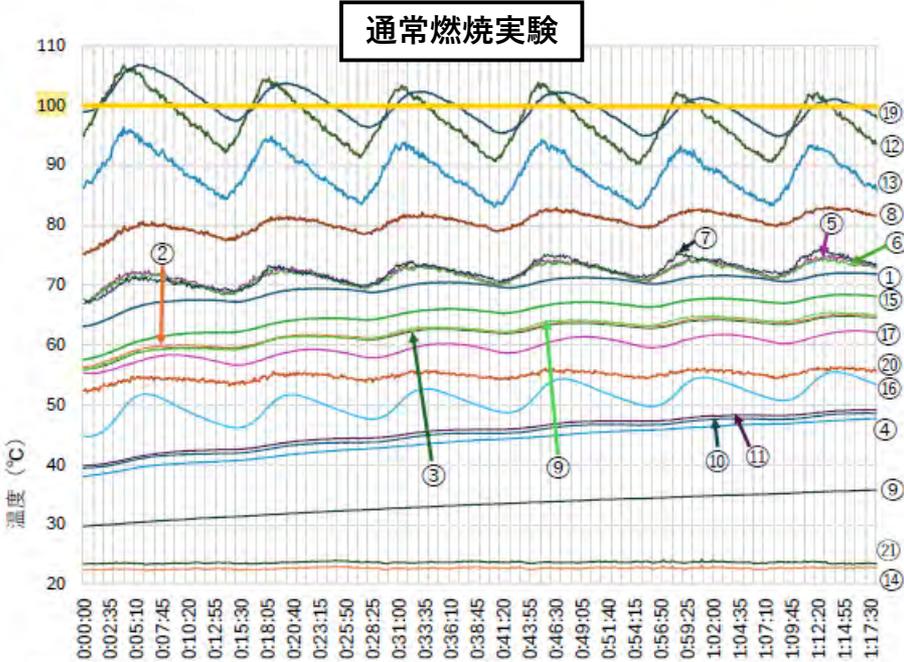
○温度ヒューズ（144℃）が備わっており、作動するまで加熱を継続した。

- ① ストーブ前面手摺木板表面
- ② ストーブ右面手摺木板表面
- ③ ストーブ左面手摺木板表面
- ④ ストーブ背面木板表面温度
- ⑤ ストーブ前面扉上部木板表面
- ⑥ 壁面右上面木相当面木板表面
- ⑦ 壁面左上面木相当面木板表面
- ⑧ 天井ストーブ上面木相当面木板表面
- ⑨ ストーブ下部ケイカル板表面
- ⑩ ベンチ右面木部木板表面
- ⑪ ベンチ左面木部木板表面
- ⑫ 天井ストーブ上面空気温度
- ⑬ 室内センサー部空気温度
- ⑭ 試験設置室空気温度
- ⑮ ストーブ前面ケイカル板表面温度
- ⑯ ストーブ本体前面表面(座面高)
- ⑰ ストーブ背面ケイカル板H1000表面温度
- ⑱ SUS防熱板裏面表面温度
- ⑲ 扉ガラス表面表面温度
- ⑳ ストーブ下部木相当面表面温度
- ㉑ 試験設置室空気温度
- ㉒ ストーブ本体前面表面

実験結果について

⑧ バレル型 + 輻射対流式電気ストーブ：SM60

※ 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（消防庁告示第1号）を参考に、下記の温度に許容最高温度と基準周囲温度（35℃）の差を試験周囲温度に加えた温度とする。

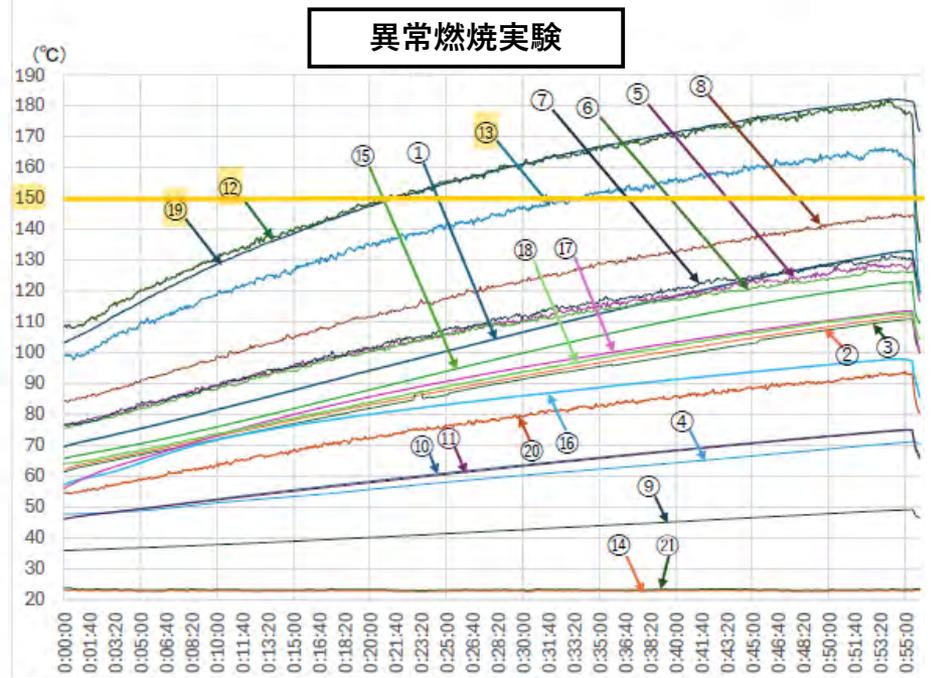


通常燃焼実験

○通常、温度センサーにより、設定温度まで加温すると一度温度合下がるため、温度は一定ではなく波になる。

○熱源部である⑰は、予熱時には温度が急激に上がるが、予熱後は徐々に下降していく。

- ① ストープ前面手摺木板表面
- ② ストープ右面手摺木板表面
- ③ ストープ左面手摺木板表面
- ④ ストープ背面木板表面温度
- ⑤ ストープ前面扉上部木板表面
- ⑥ 壁面右上面木相当面木板表面
- ⑦ 壁面左上面木相当面木板表面
- ⑧ 天井ストープ上面木相当面木板表面
- ⑨ ストープ下部ケイカル板表面
- ⑩ ベンチ右面木部木板表面
- ⑪ ベンチ左面木部木板表面
- ⑫ 天井ストープ上面空気温度
- ⑬ 室内センサー部空気温度
- ⑭ 試験設置室空気温度
- ⑮ ストープ前面ケイカル板表面温度
- ⑯ ストープ本体前面表面(座面高)
- ⑰ ストープ本体前上面表面
- ⑱ ストープ背面ケイカル板H1000表面温度
- ⑲ SUS防熱板裏面表面温度
- ⑳ 扉ガラス表面表面温度
- ㉑ ストープ下部木相当面表面温度



異常燃焼実験

○温度センサーの故障を想定しているため、各温度が上昇を続ける。

○温度ヒューズ（144℃）が備わっており、作動するまで加熱を継続した。

- ① ストープ前面手摺木板表面
- ② ストープ右面手摺木板表面
- ③ ストープ左面手摺木板表面
- ④ ストープ背面木板表面温度
- ⑤ ストープ前面扉上部木板表面
- ⑥ 壁面右上面木相当面木板表面
- ⑦ 壁面左上面木相当面木板表面
- ⑧ 天井ストープ上面木相当面木板表面
- ⑨ ストープ下部ケイカル板表面
- ⑩ ベンチ右面木部木板表面
- ⑪ ベンチ左面木部木板表面
- ⑫ 天井ストープ上面空気温度
- ⑬ 室内センサー部空気温度
- ⑭ 試験設置室空気温度
- ⑮ ストープ前面ケイカル板表面温度
- ⑯ ストープ本体前面表面(座面高)
- ⑰ ストープ本体前上面表面
- ⑱ ストープ背面ケイカル板H1000表面温度
- ⑲ SUS防熱板裏面表面温度
- ⑳ 扉ガラス表面表面温度
- ㉑ ストープ下部木相当面表面温度

実験結果について

< 通常使用時に最高温度が100℃又は異常燃焼時に150℃を超えた箇所※ >

1 蓄熱輻射式（電気ストーブ）

図1に示す③左側面、⑰ストーブの表面（前面）、⑲防熱板で最高温度100℃以上を示している。

2 輻射対流式（電気ストーブ）

図2に示す⑫天井付近空気温度、⑬室内空気温度センサー、⑲防熱板で最高温度100℃以上を示している。

機器名		⑫ 天井 (空気温度)	⑬ 室内 センサー部 (空気温度)	⑰ ストーブ (前面上部)	⑲ 防熱板(裏面)
IKI 3.3kW (蓄熱輻射式)	離隔距離 (cm)	93	-	0	62
	最高温度 (℃)	99	93	208	103
	異常燃焼 (℃)	136	131	300	145
SM60	離隔距離 (cm)	93	-	0	62
	最高温度 (℃)	107	97	63	107
	異常燃焼 (℃)	182	167	114	183

【実験結果からの考察】

< 蓄熱輻射式電気ストーブ（図1） >

- ⑲防熱板について、天井部分の木片は最高温度85℃であり、防熱板を設置することで、安全性を確認できた。
- ⑫ストーブの表面温度（前面）は、熱源部の温度であり、ストーブから10cm離れた木片で最高温度77℃であることから、安全性が確認できた。

< 輻射対流式電気ストーブ（図2） >

- ⑫、⑬については空気温度であり、可燃物の表面温度ではない。
- ⑲防熱板については、天井部分の木片は最高温度85℃であり、防熱板を設置することで、安全性を確認できた。

図1

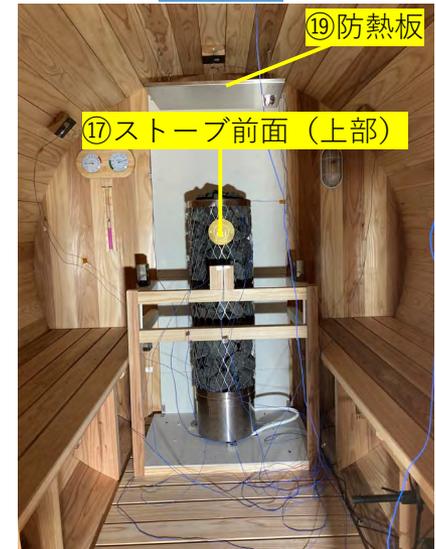


図2



※ 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（平成14年3月6日 消防庁告示第1号 改正 令和5年5月31日消防庁告示第8号）

実験結果について

狭いテント又はバレル内でサウナストーブ周囲に利用者のスペースを確保できる位置にストーブを設置し、周囲の可燃物の表面温度を計測し、離隔距離について火災予防上の必要性の観点から検討を実施。

【まとめ】

<テント型サウナ>

- ストーブ周辺の可燃物で100°Cを超えた部分はなく、今回の実験条件では、薪ストーブ及び電気ストーブのいずれも安全性が確認できた。
- 実験結果では安全性が確認できたが、煙突の表面温度は高温となり、可燃物が接触する仕様の場合は火災のリスクがあるため、**煙突の基準についても、離隔距離の確保又は不燃材の使用により安全性を確保することを考慮する必要がある。**

<バレル型サウナ>

- 薪ストーブ : ストーブ周囲はほとんどの測定点で100°Cを超えており、今回の実験条件では、安全性が確認できなかった。
不燃材の使用または離隔距離の確保を考慮する必要がある。
- 煙 突 : 煙突部分に関しては輻射式で使用した1重煙突に比べ、対流式で使用した2重煙突の方が、表面温度は低くなった。バレル式サウナ等で薪ストーブを使用する場合は2重煙突を使用することで火災リスクの軽減につながると考えられる。
- 電気ストーブ : ストーブ周辺の可燃物で通常時100°C又は異常時150°Cを超えた部分はなく、今回使用した能力の電気ストーブの安全性が確認できた。

CO濃度の測定結果（通常燃焼実験）

① テント型サウナ・輻射式薪ストーブ：Savotta Original



通常想定使用温度 実証実験

通常想定される使用において、機器メーカーの定める最大薪量を用いて燃焼させFL+400付近におけるCO濃度及び温度を測定し記録した。

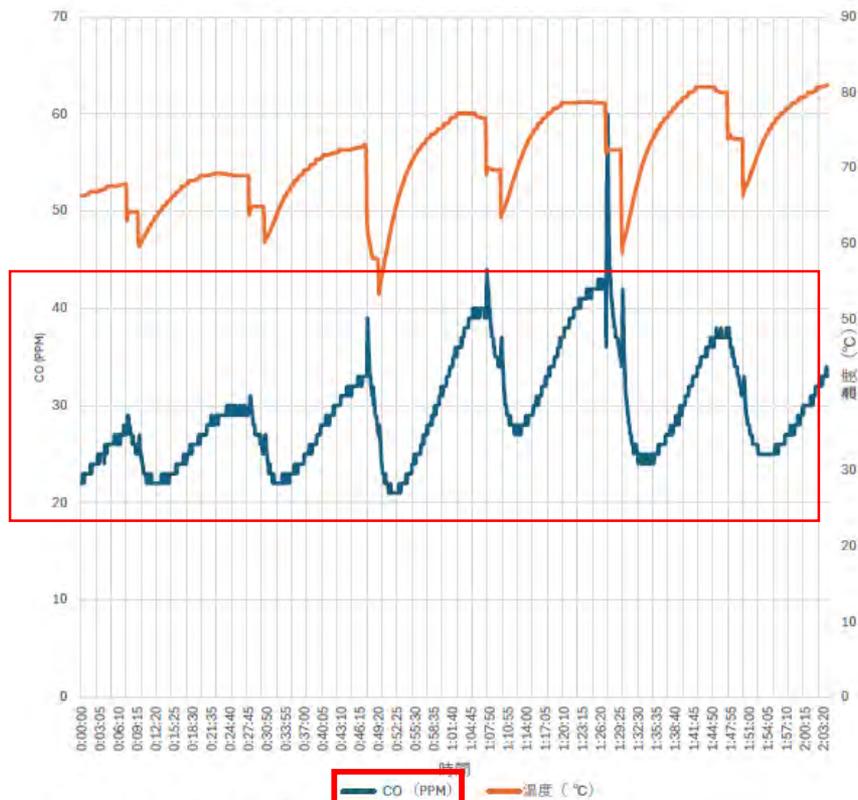
機器最大燃焼量：5 k W/H,薪燃焼量換算約1.5kg/H

使用薪：ナラ薪長さ250mm、含水率約8%

1 ~ 3 PPM

	CO濃度 (PPM)	温度 (°C)
MAX	3.0 PPM	38.7°C

⑥ バレル型サウナ・輻射式薪ストーブ：Savotta Original



通常想定使用温度 実証実験

通常想定される使用において、機器メーカーの定める最大薪量を用いて燃焼させFL+400付近におけるCO濃度及び温度を測定し記録した。

機器最大燃焼量：5 k W/H,薪燃焼量換算約1.5kg/H

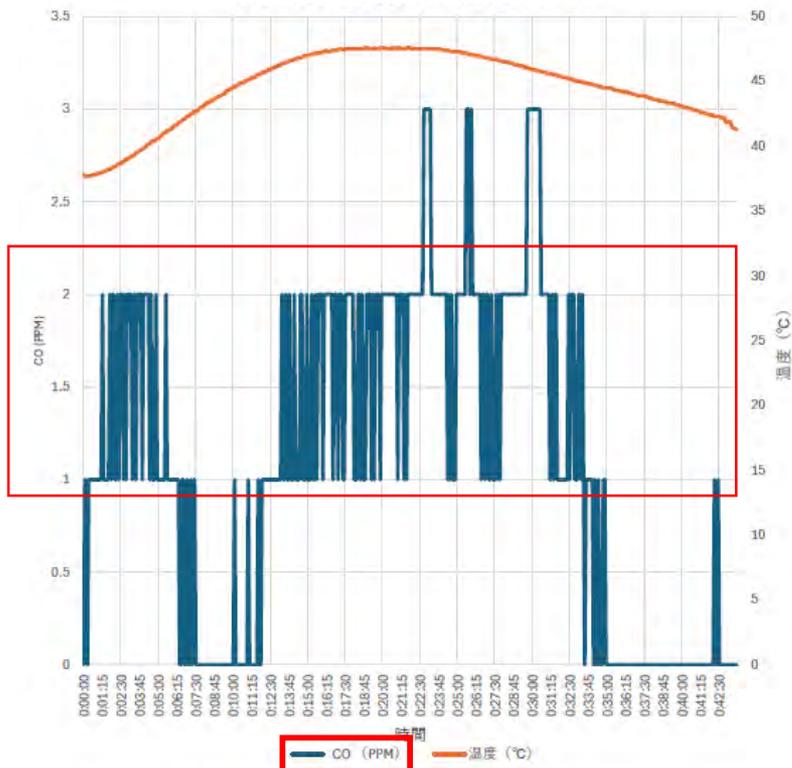
使用薪：ナラ薪長さ250mm、含水率約8%

20 ~ 40 PPM

	CO濃度 (PPM)	温度 (°C)
MAX	68.0 PPM	81.0°C

CO濃度の測定結果（劣化したストーブ想定燃焼実験）

① テント型サウナ・輻射式薪ストーブ：Savotta Original



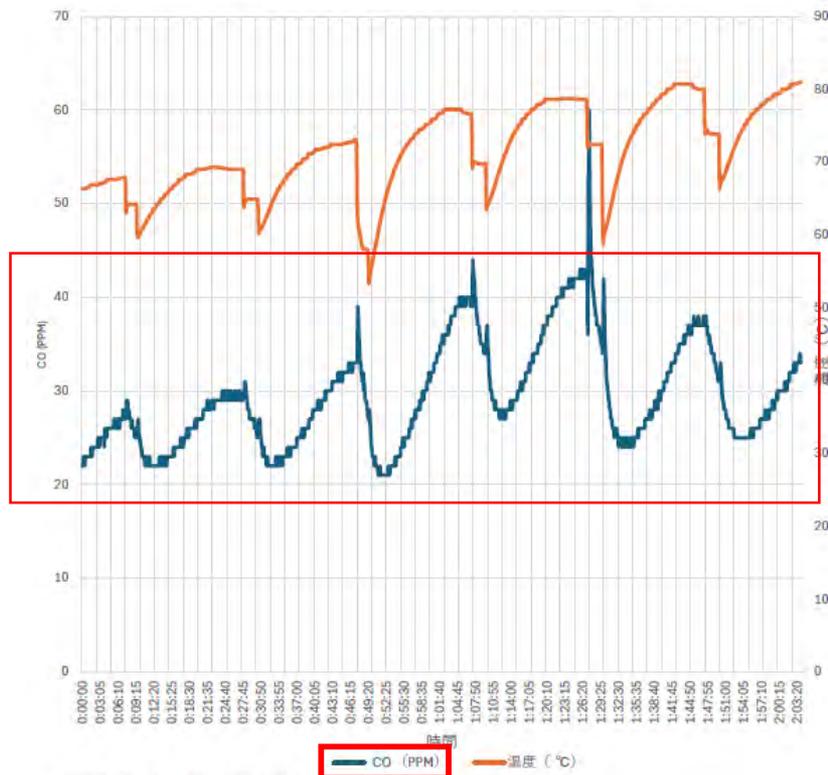
劣化想定使用温度 実証実験

劣化したストーブを想定して、室内において煙突の上下2カ所にφ17mmで穿孔し、ストーブの扉を解放した状態でFL+400付近におけるCO濃度及び温度を測定し記録した。
 機器最大燃焼量：10 k W/H, 薪燃焼量換算約3.0kg/H
 使用薪：ナラ薪長さ250mm、含水率約8%

	CO濃度 (PPM)	温度 (°C)
MAX	3.0 PPM	47.6°C

1 ~ 3 PPM

⑥ バレル型サウナ・輻射式薪ストーブ：Savotta Original



通常想定使用温度 実証実験

通常想定される使用において、機器メーカーの定める最大薪量を用いて燃焼させFL+400付近におけるCO濃度及び温度を測定し記録した。
 機器最大燃焼量：5 k W/H, 薪燃焼量換算約1.5kg/H
 使用薪：ナラ薪長さ250mm、含水率約8%

	CO濃度 (PPM)	温度 (°C)
MAX	68.0 PPM	81.0°C

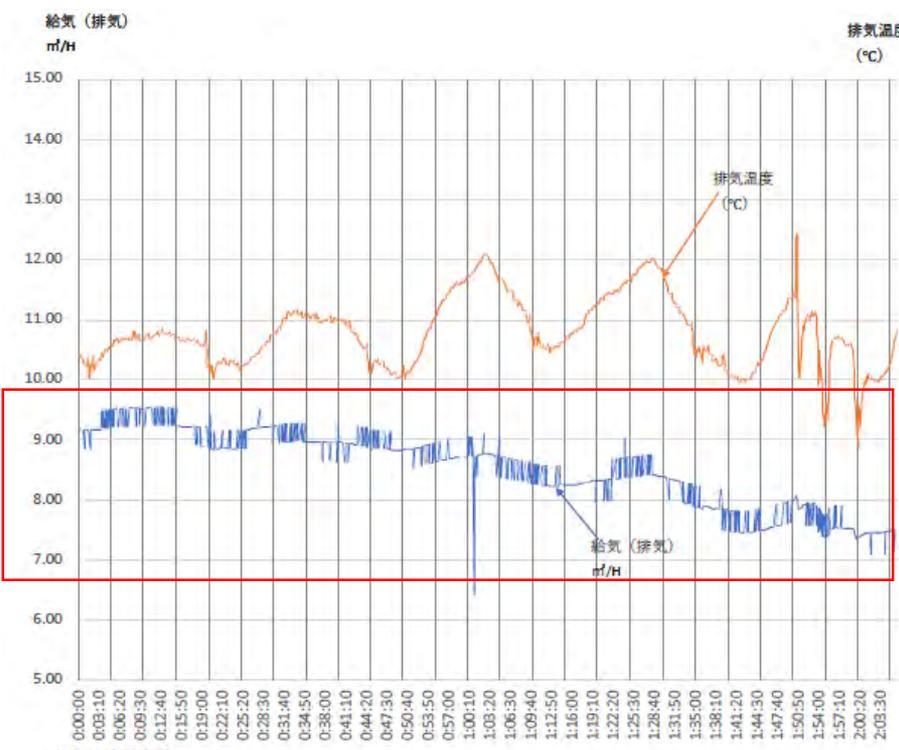
20~40PPM

【参考】CO濃度及び換気量の実験結果について

換気量の測定結果（劣化したストーブ想定燃焼実験）

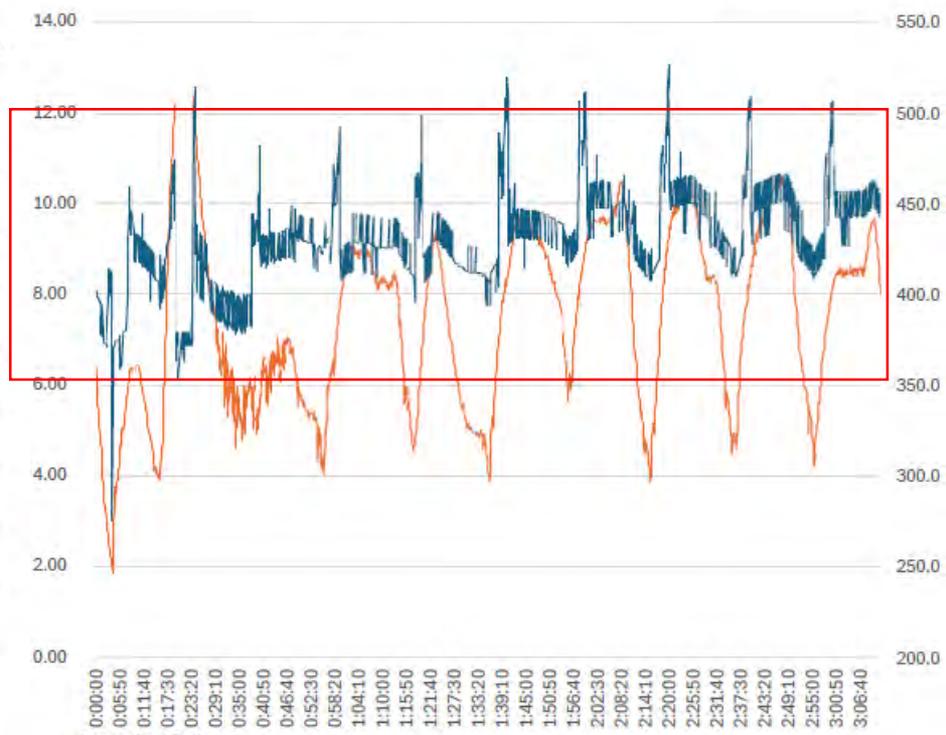
① テント型サウナ・輻射式薪ストーブ：Savotta Original

⑥ バレル型サウナ・輻射式薪ストーブ：Savotta Original



換気量実証実験
 通常：通常想定される使用において、機器メーカーが定める最大出力で加熱、継続させ、使用時の換気量を測定する。
 異常：機器メーカーが定める最大出力の2倍量で加熱、継続させ室内各測点の温度を記録した。
 劣化：煙突2か所（上方下方）に穴空け、且つ燃焼室の薪入れの扉を開けて、疑似的に劣化したストーブを再現し燃焼試験を行った。
 燃焼機器設置室の内外圧差はなく、排気量と換気量は同等となる。
 結果：最大換気量：9.55m³/H、温度：74.4℃
 燃焼前換気量：約7.11m³/H（自然ドラフトでの換気）

7 ~ 9 m³/H



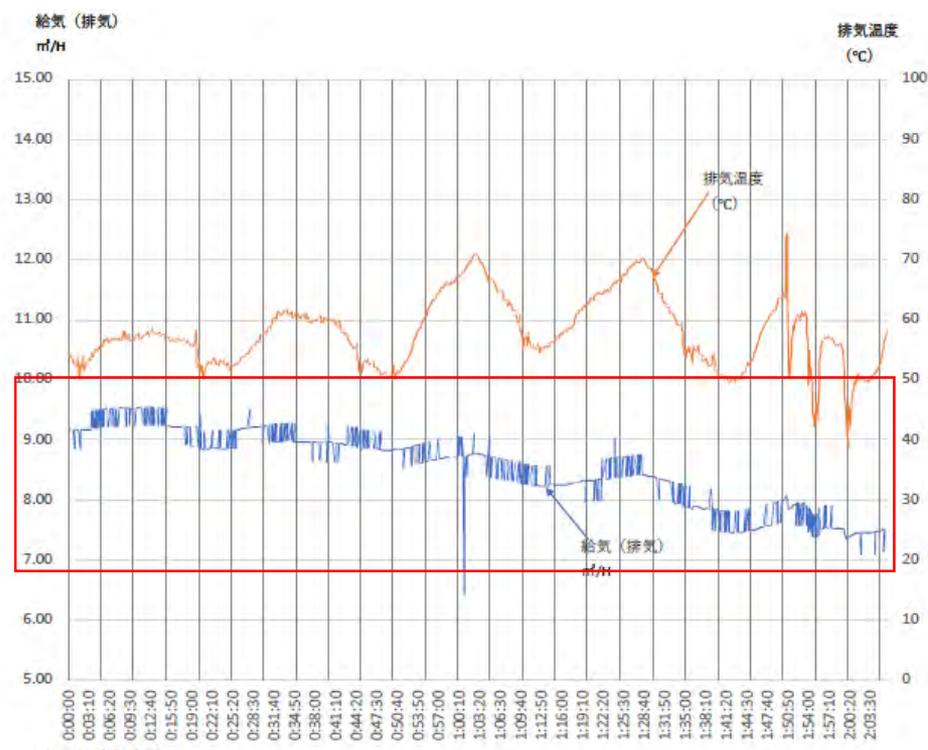
換気量実証実験
 通常：通常想定される使用において、機器メーカーが定める最大出力で加熱、継続させ、使用時の換気量を測定する。
 異常：機器メーカーが定める最大出力の2倍量で加熱、継続させ室内各測点の温度を記録した。
 劣化：煙突2か所（上方下方）に穴空け、且つ燃焼室の薪入れの扉を開けて、疑似的に劣化したストーブを再現し燃焼試験を行った。
 燃焼機器設置室の内外圧差はなく、排気量と換気量は同等となる。
 結果：最大換気量：13.08m³/H、最大排気温度：510℃
 燃焼前換気量：約2.24m³/H（自然ドラフトでの換気）

6 ~ 12 m³/H

【参考】CO濃度及び換気量の実験結果について

換気量の測定結果（通常燃焼実験）

① テント型サウナ・輻射式薪ストーブ：Savotta Original



換気量実証実験

通常：通常想定される使用において、機器メーカーが定める最大出力で加熱、継続させ、使用時の換気量を測定する。

異常：機器メーカーが定める最大出力の2倍量で加熱、継続させ室内各測点の温度を記録した。

劣化：煙突2か所（上方下方）に穴空け、且つ燃焼室の薪入れの扉を開けて、疑似的に劣化したストーブを再現し燃焼試験を行った。

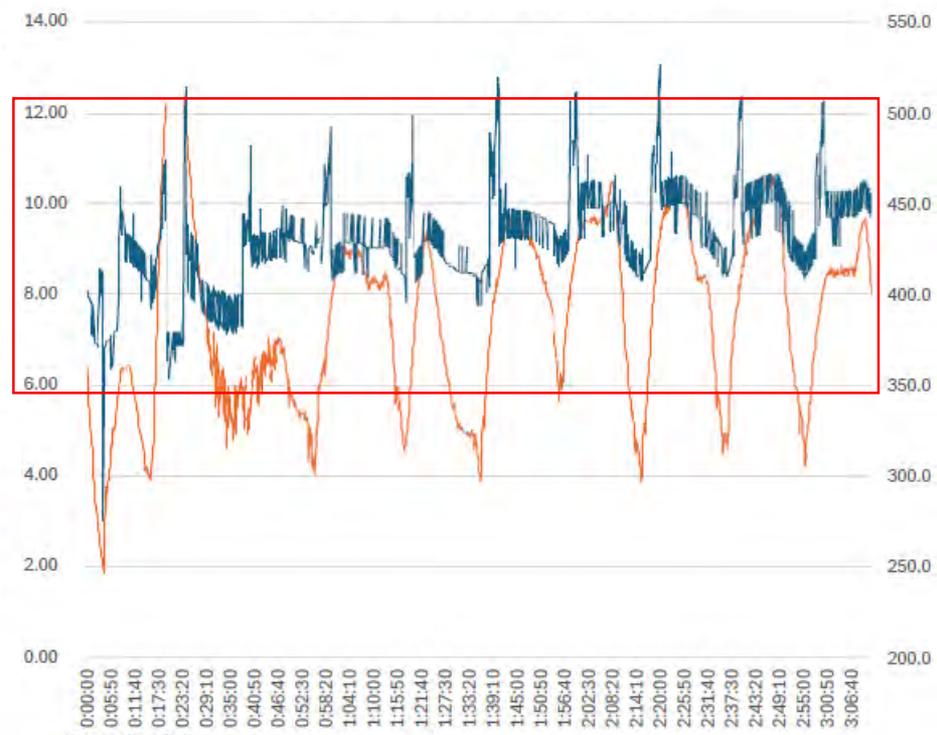
燃焼機器設置室の内外圧差はなく、排気量と換気量は同等となる。

結果：最大換気量：9.55m³/H、温度：74.4°C

燃焼前換気量：約7.11m³/H（自然ドラフトでの換気）

7 ~ 9 m³/H

⑥ バレル型サウナ・輻射式薪ストーブ：Savotta Original



換気量実証実験

通常：通常想定される使用において、機器メーカーが定める最大出力で加熱、継続させ、使用時の換気量を測定する。

異常：機器メーカーが定める最大出力の2倍量で加熱、継続させ室内各測点の温度を記録した。

劣化：煙突2か所（上方下方）に穴空け、且つ燃焼室の薪入れの扉を開けて、疑似的に劣化したストーブを再現し燃焼試験を行った。

燃焼機器設置室の内外圧差はなく、排気量と換気量は同等となる。

結果：最大換気量：13.08m³/H、最大排気温度：510°C

燃焼前換気量：約2.24m³/H（自然ドラフトでの換気）

6 ~ 12 m³/H