

第5章 電気ストーブ火災の実証実験

第1節 実験の目的

第2章によるデータ分析結果より、使用者の不注意や誤使用によって、電気ストーブに可燃物が接した火災が発生し、多くの死傷者が発生していることが判明した。

市場には、自主的に安全機能（サーモスタット、温度ヒューズ、接触センサ）を設けている電気ストーブがあり、また、現在、他で使用されている検出技術（CO 警報器、煙感知器）には、火災被害の低減に寄与するものがあると考えられる。

これらの安全機能と検出技術を実験により検証し、火災に対する有効性について観測することとした。

第2節 実験方法等

1. 実験に用いる電気ストーブ

実験に用いる電気ストーブは、石英管式とした。この電気ストーブについては、昨年度使用したものであり、家電量販店における販売実績1位が石英管式であること、また、昨年度の実験より、温度検知器（サーモスタット）及び温度ヒューズが内蔵されていたことから、温度検知器の有効性を確認するうえでも最適であると判断した。

2. 試験期間、場所

平成28年11月8日～10日 （独）製品評価技術基盤機構 燃焼技術センター

3. 供試品

(1) 電気ストーブの仕様

- ① 石英管式電気ストーブ（100V, 960W, 切替スイッチ付き）
- ② 赤外線センサ付きグラフィートヒーター式ストーブ（100V, 800W, 切替スイッチ付き）

(2) 着火物

- ① 布団（羽毛布団、綿100%のカバー付き）
- ② パジャマ（綿100%）

4. 実験内容

保護装置の有効性を確認するため、以下の条件で確認した

- (1) 安全機能がないもの
- (2) 温度検知器（サーモスタット）が動作するもの
- (3) 煙感知器が動作するもの
- (4) CO 警報器が動作するもの
- (5) 赤外線センサ付き電気ストーブ

5. 実験方法

- (1) 電気ストーブに着火物を接触させて電源投入から発火に至るまでの温度、煙、CO の変化を記録し、その挙動から各種センサの有効性を観察した。

① 共通の事項

電気ストーブを通電し温度（電気ストーブの保護装置及び内部数点）と、煙（電気スト

a. 安全機能がないもの及び温度検知器（サーモスタット）が動作するものの実験方法
 石英管式ストーブの安全装置を動作させなくし、着火物を接触させた時の温度、CO、
 煙濃度測定を実施した。

なお、再現性の確認のため、安全機能がないものの測定を3回行った。

また、サーモスタットが動作時に通電を止めた時の温度、CO、煙濃度測定を実施した。



- ①着火物（布団）
- ②電気ストーブ
- ③CO 測定ノズル
電気ストーブの天板から水平に 3cm 離し、高さ 44cm に設置
- ④煙測定器
電気ストーブの天板から水平に 2.5cm 離し、高さ 40cm に配置
測定器(レーザー)の間隔 142cm
- ⑤記録温度計

※実験に用いた電気ストーブ及び布団は、実際の火災とは関係ありません。

(2) センサの有効性確認（サーモスタット作動，煙感知器作動，CO 警報器作動）

挙動の確認実験で得られた結果から、保護装置が動作時に電源を遮断し、温度のオーバーシュートにより発火に至るか否かを確認した。

a. 試験条件、測定は4. (1)①による。

b. センサを取り付けてオーバーシュートにより発火に至るか確認した。

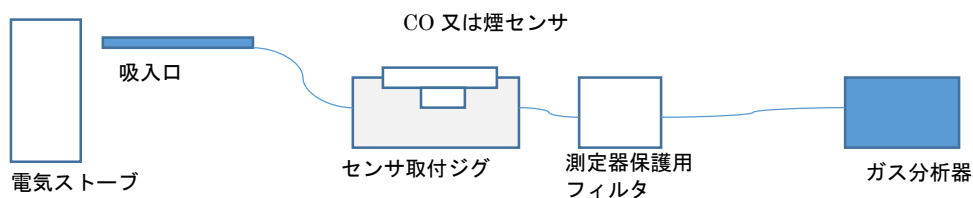
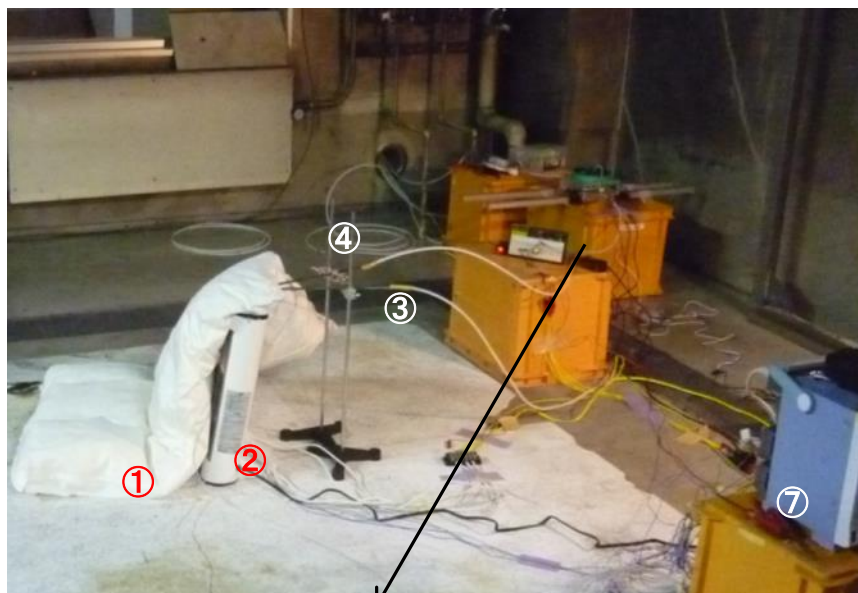


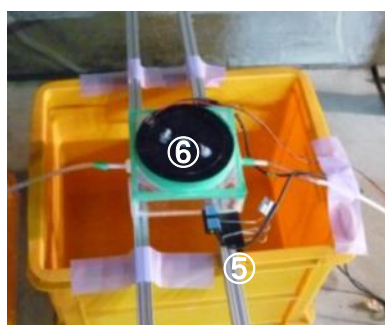
図5-3 煙、CO 測定イメージ

c. 煙感知器及びCO警報器動作時の実験方法

石英管式ストーブに着火物を接触させ、安全装置（煙感知器及びCO警報器）を動作時に通電を止めたときの温度、CO、煙濃度測定を実施した。煙感知器には、1種光電式スポット型、CO警報器は、一酸化炭素測定器と称して販売されている一般家庭向けの警報器を用いた。



- ①着火物（布団）
- ②電気ストーブ
- ③CO測定ノズル1
（ストーブ近傍から分析装置へ）
電気ストーブの天板から水平
に3cm離し、高さ44cmに設置
- ④CO測定ノズル2
（ジグ経由で分析装置へ）
電気ストーブの天板から並行
に3cm離し、高さ44cmに設置
- ⑤煙測定器
センサ取付ジグ側面に設置
- ⑥煙感知器及びCO警報器センサ
取付ジグに設置
- ⑦記録温度計



拡大写真

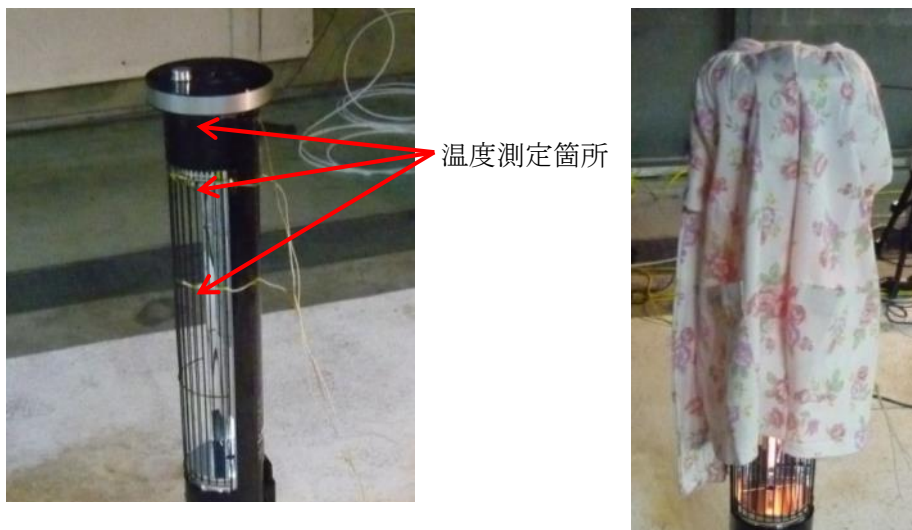
※実験に用いた電気ストーブ及び布団は、実際の火災とは関係ありません。

図5-4 試験実施の状況

(3) 赤外線センサ付き電気ストーブ

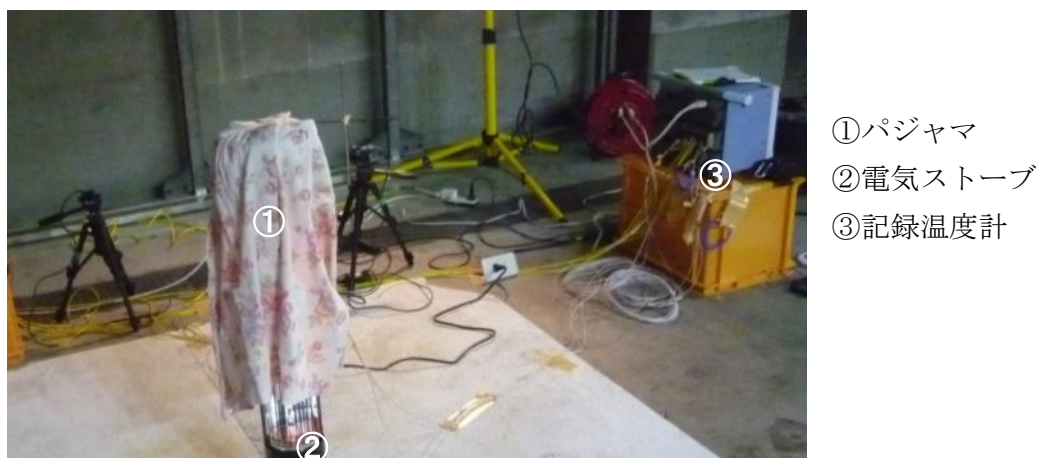
赤外線センサ付き電気ストーブにパジャマを接近させ（上から洗濯物が落ちた状態を模擬）、赤外線センサの動作しない状態での温度を確認した。

熱電対での温度測定は、パジャマに付けるのが困難なため、電気ストーブ前面（3箇所）に取り付け、測定した。（図5参照）



※実験に用いた電気ストーブ及びパジャマは、実際の火災とは関係ありません。
メーカー名等の表示は画像処理しています。

図5-5 温度測定箇所及び実験状態



※実験に用いた電気ストーブ及びパジャマは、実際の火災とは関係ありません。
メーカー名等の表示は画像処理しています。

図5-6 試験実施の状況

第3節 実験結果

実験結果は、次に示す。

表5-1 試験結果一覧

条件／着火物	布団（羽毛布団）	パジャマ(綿 100%)
安全機能がないもの 1回目	状態：発火 CO 最大：3190ppm 最高温度：525℃	状態：発火 CO 最大：304ppm 最高温度：701℃
安全機能がないもの 2回目	状態：発火 CO 最大：1504ppm 最高温度：493℃	状態：発火 CO 最大：888ppm 最高温度：701℃
安全機能がないもの 3回目	状態：発火 CO 最大：1135ppm 最高温度：545℃	状態：発火 CO 最大：797ppm 最高温度：723℃
温度検知器 (サーモスタット)動作	状態：激しい焦げ CO 最大：154ppm 最高温度：442℃	状態：焦げ（火種あり） CO 最大：351ppm 最高温度：344℃
煙感知器動作	状態：やや焦げ(茶変色) CO 最大：1ppm ジグ内 CO：1ppm 最高温度：120℃	状態：焦げ(濃い茶変色) CO 最大：6ppm ジグ内 CO：3ppm 最高温度：239℃
CO 警報器動作 (100ppm 時遮断)	状態：発火 CO 最大：1124ppm ジグ内 CO：2008ppm 最高温度：538℃	状態：焦げ CO 最大：277ppm ジグ内 CO：292ppm 最高温度：357℃
CO 警報器動作 (50ppm 時遮断)	状態：焦げ CO 最大：186ppm ジグ内 CO：208ppm 最高温度：379℃	—
赤外線センサ付き 電気ストーブ 1回目	—	状態：焦げ 最高温度：271℃
赤外線センサ付き 電気ストーブ 2回目	—	状態：焦げ 最高温度：254℃

布団での CO 警報器(100ppm 遮断)の際、100ppm 時に布団が発火したため、50ppm 時の測定も行った。

それぞれの測定データについては、次頁以降を参照。

【グラフの注記】

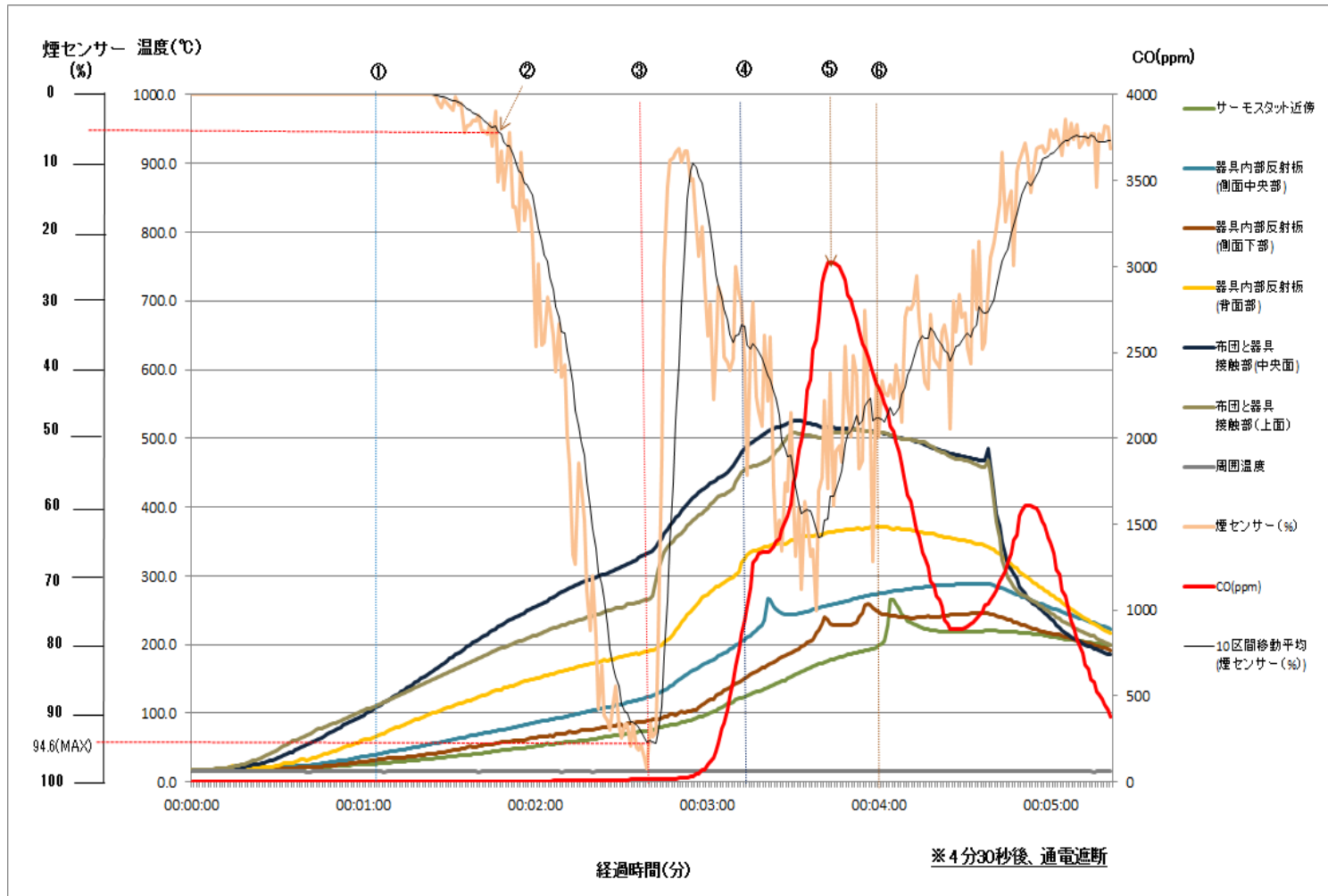
- ① CO の測定データはガス測定回路に CO を含むガスを吸わせ、ガス分析器の CO の値が変化し始める時間（反応時間）分、時間軸を進めて表記してある。
- ② 煙センサの縦軸（最も左の軸）の実データはセンサの原理上、煙が無い状態で最大（5V）、完全に遮光された状態で最小（0V）であるが、煙濃度の表現に合わせて 0%（煙が無い状態）から 100%（完全に遮光された状態）とし、他のグラフと重ならないよう反転（100%の位置

をグラフの原点) してグラフ化した。

表 5 - 2 ガス分析器反応時間

	反応時間	CO(160ppm)到達時間 (95%置換)	備考
Horiba(PG-230) (ストーブ近傍から分析装置へ)	30 秒	3 分 36 秒	CO①
富士電機(ZKJ-4) (ジグ経由で分析装置へ)	33 秒	3 分 8 秒	CO②

(1) 安全機能がないもの (条件: 布団 1 回目)



① : 1 分 5 秒後、発煙	③ : 2 分 40 秒後、発火	⑤ : 3 分 42 秒後、CO が 3190ppm(MAX 値)
② : 1 分 48 秒後、煙濃度 5% 到達	④ : 3 分 15 秒後、サーモスタット動作 (サーモスタット近傍温度、127.3℃)	⑥ : 4 分 0 秒後、温度ヒューズ動作 (サーモスタット近傍温度、198.2℃)



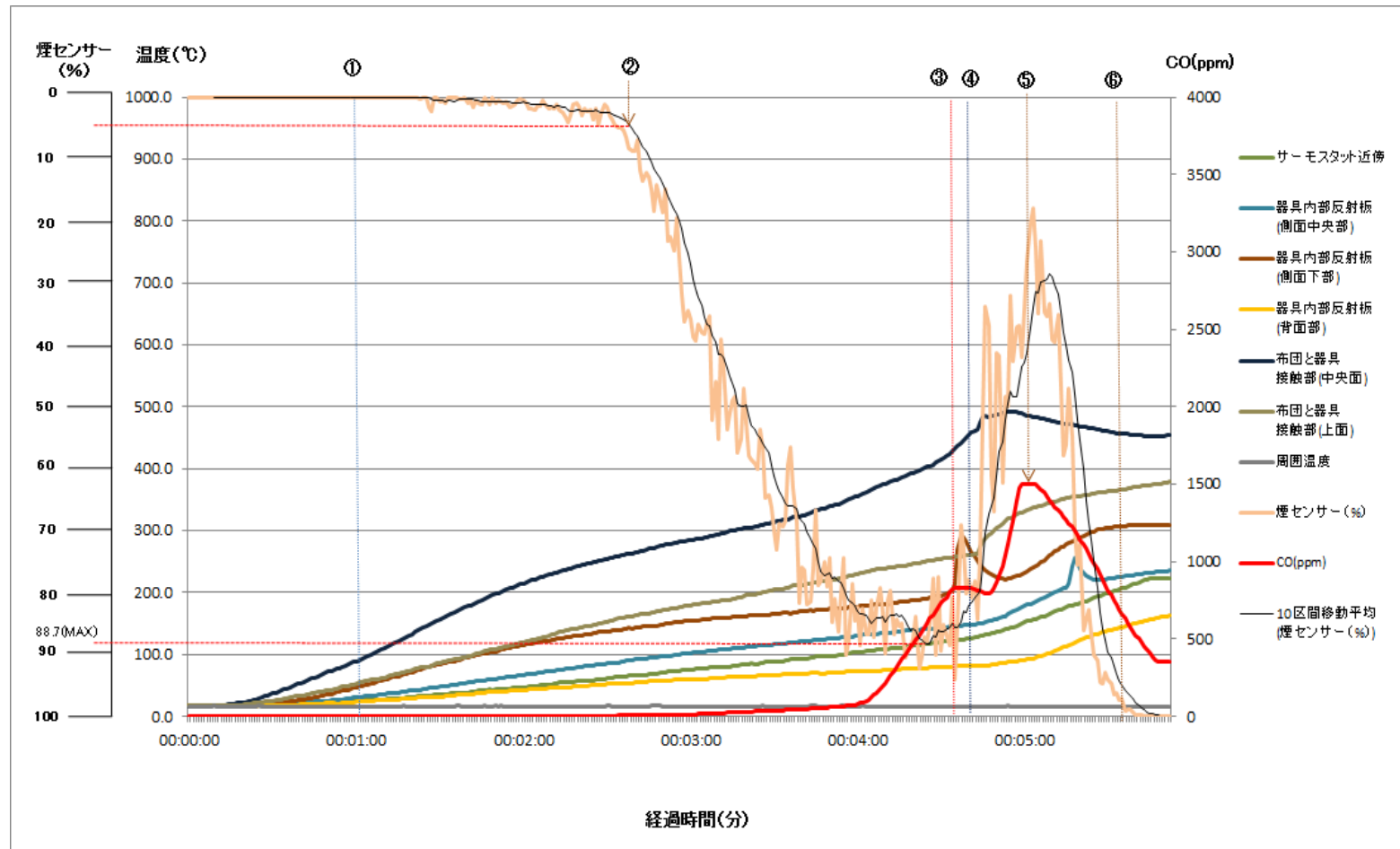
※実験に用いた電気ストーブ及び布団は、実際の火災とは関係ありません。
メーカー名等の表示は画像処理しています。

図 5 - 7 試験時の様子

布団からの発煙時の CO はあまり検出 (50ppm 以下) されず、発火後に CO が炎と共に多く検出され、最大 (発火後 1 分 2 秒経過) で 3190ppm の値となった。

発火後にストーブに搭載されているサーモスタット (発火後 35 秒経過) 及び温度ヒューズ (発火後 1 分 20 秒経過) が動作した。

(2) 安全機能がないもの (布団 2 回目)



① : 1 分 0 秒後、発煙	③ : 4 分 34 秒後、サーモスタット動作 (サーモスタット近傍温度、122.4°C)	⑤ : 4 分 59 秒後、CO が 1504ppm(MAX 値)
② : 2 分 41 秒後、煙濃度 5% 到達	④ : 4 分 40 秒後、発火	⑥ : 5 分 35 秒後、温度ヒューズ動作 (サーモスタット近傍温度、206.7°C)



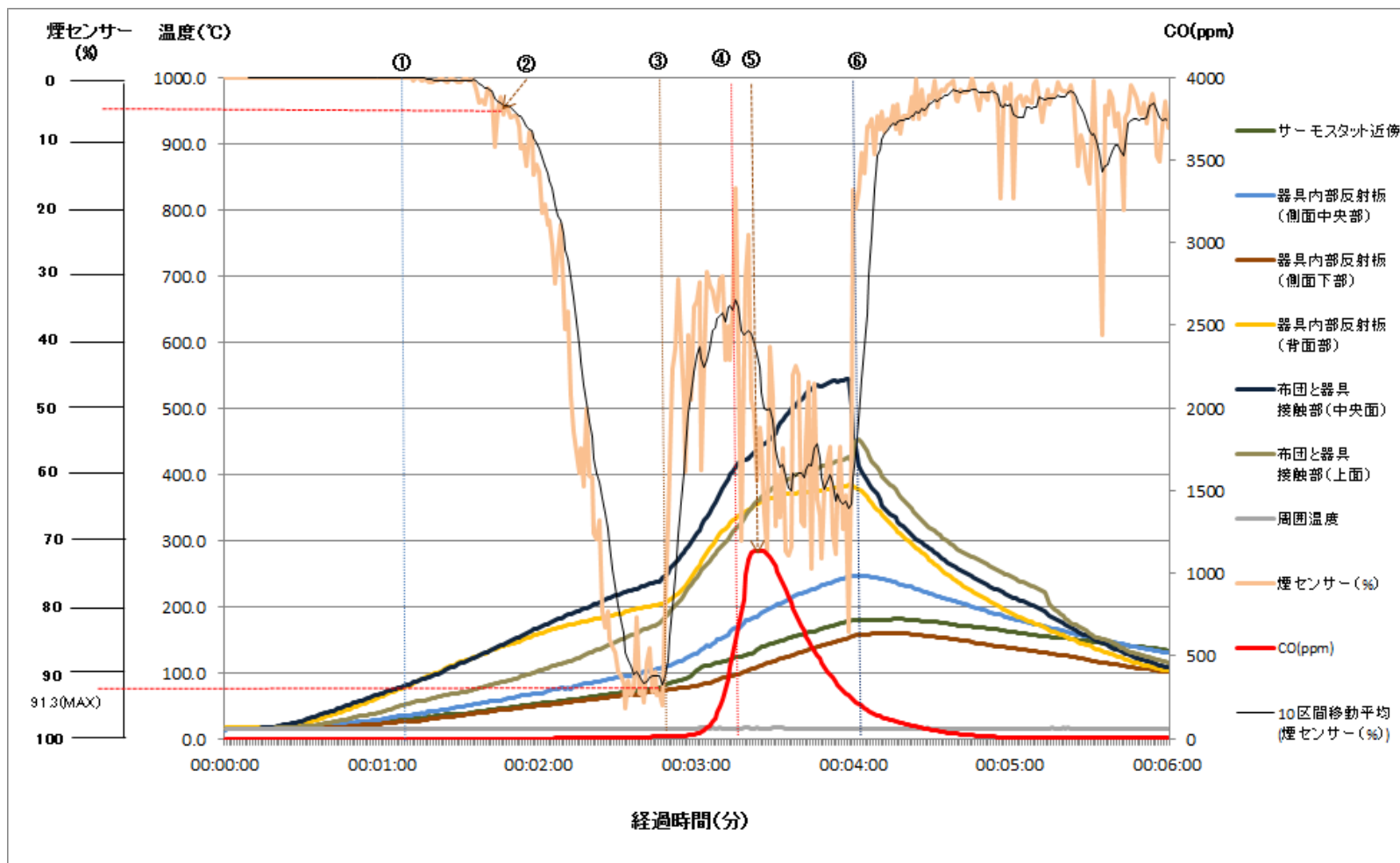
※実験に用いた電気ストーブ及び布団は、実際の火災とは関係ありません。
メーカー名等の表示は画像処理しています。

図 5 - 8 試験時の様子

2 回目も 1 回目と同様に布団からの発煙時の CO はあまり検出(50ppm 以下)されず、発火(発火後 19 秒経過)後に CO が多く検出され、最大で 1504ppm の値となった。

2 回目は、発火直前にサーモスタット(発火 6 秒前)が動作した。また、温度ヒューズは、発火後(発火後 55 秒経過)に動作した。

(3) 安全機能がないもの（布団3回目）



① : 1分10秒後、発煙	③ : 2分45秒後、発火	⑤ : 3分22秒後、COが1135ppm(MAX値)
② : 1分51秒後、煙濃度5%到達	④ : 3分21秒後、サーモスタット動作 (サーモスタット近傍温度、129.2℃)	⑥ : 4分2秒後、温度ヒューズ動作 (サーモスタット近傍温度、179.3℃)



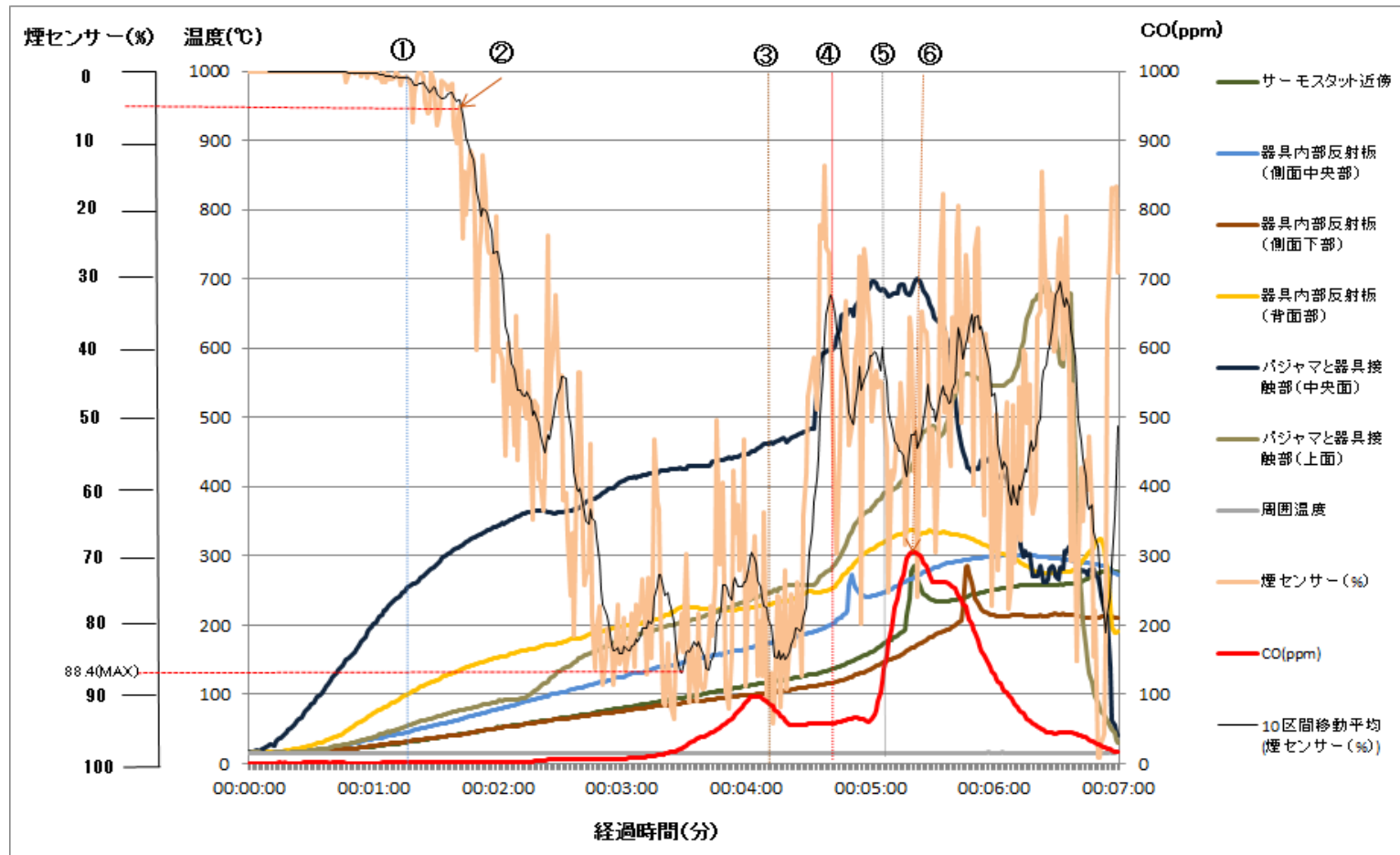
※実験に用いた電気ストーブ及び布団は、実際の火災とは関係ありません。
メーカー名等の表示は画像処理しています。

図 5 - 9 試験時の様子

3 回目も同様に布団からの発煙時の CO はあまり検出(50ppm 以下)されず、発火（電源投入後 2 分 45 秒経過）後に CO が多く検出され、最大（発火後 1 秒経過）で 1135ppm の値となった。

発火後にストーブに搭載されているサーモスタット（発火後 36 秒経過）及び温度ヒューズ（発火後 1 分 17 秒経過）が動作した。

(4) 安全機能がないもの (パジャマ1回目)



① : 1分14秒後、発煙	③ : 4分10秒後、サーモスタット動作 (サーモスタット近傍温度、116.4℃)	⑤ : 5分5秒後、温度ヒューズ動作 (サーモスタット近傍温度、166.8℃)
② : 1分42秒後、煙濃度5%到達	④ : 4分40秒後、発火	⑥ : 5分20秒後、COが304ppm(MAX値)



※実験に用いた電気ストーブ及びパジャマは、実際の火災とは関係ありません。

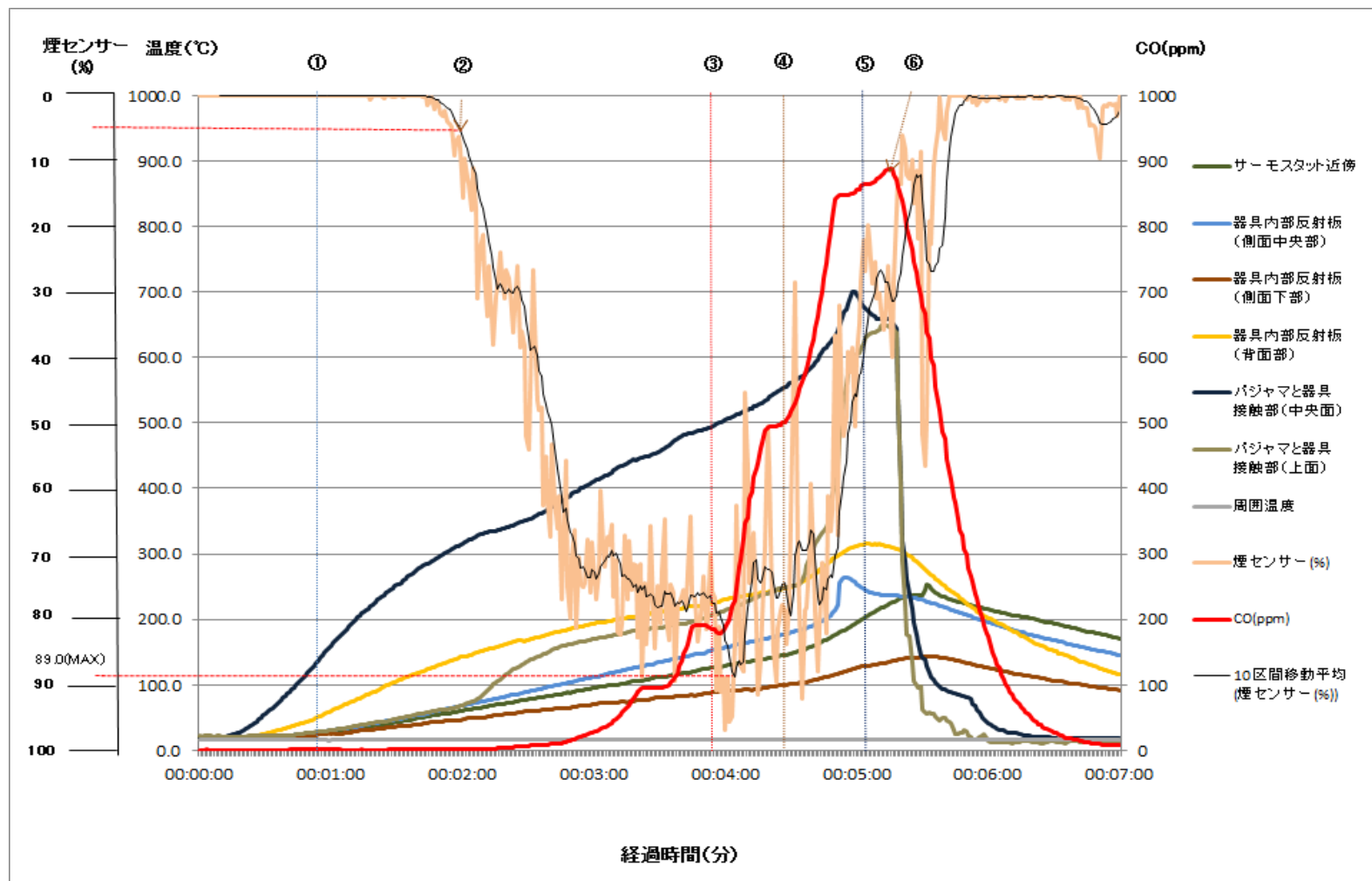
図 5 - 1 0 試験時の様子

パジャマからの発煙時に目視では煙が多く確認できたが、CO の値 (100ppm 以下) は低く、布団と同様に発火 (電源投入後 4 分 40 秒経過) 後の CO が最大 (発火後 40 秒経過) で 304ppm であった。

グラフからも確認できるが、発火後の煙の量は、発火前より少なくなった。サーモスタットは、発火前(発火 30 秒前)に動作したことが確認できた。

温度ヒューズは、発火後 (発火後 25 秒経過) に動作した。

(5) 安全機能がないもの (パジャマ2回目)



① : 55 秒後、発煙	③ : 3 分 55 秒後、サーモスタット動作 (サーモスタット近傍温度、126.9℃)	⑤ : 5 分 6 秒後、温度ヒューズ動作 (サーモスタット近傍温度、207.1℃)
② : 1 分 57 秒後、煙濃度 5%到達	④ : 4 分 28 秒後、発火	⑥ : 5 分 14 秒後、CO が 888ppm(MAX 値)



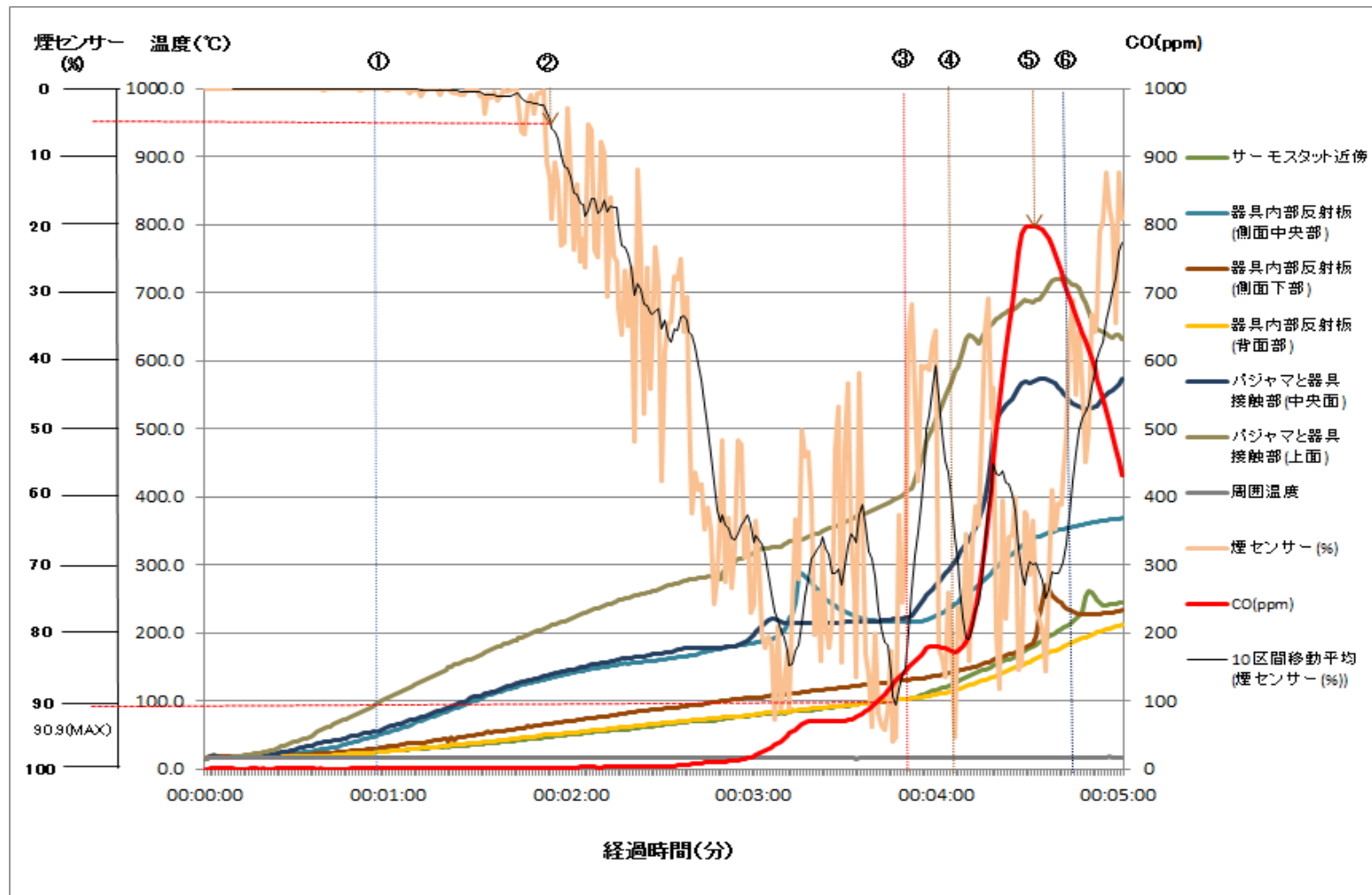
※実験に用いた電気ストーブ及びパジャマは、実際の火災とは関係ありません。

図 5 - 1 1 試験時の様子

2 回目は、パジャマからの発煙時に目視では煙が多く確認できた。時間経過と共に CO の値が上がっていき、サーモスタット動作時（発火 33 秒前）には CO の値が 200ppm となった。発火（電源投入後 4 分 28 秒経過）後も CO が上昇し最大（発火後 46 秒経過）で 888ppm であった。

温度ヒューズは、発火後（発火後 38 秒経過）に動作した。

(6) 安全機能がないもの (パジャマ3回目)



① : 56 秒後、発煙	③ : 3 分 50 秒後、発火	⑤ : 4 分 30 秒後、CO が 797ppm(MAX 値)
② : 1 分 55 秒後、煙濃度 5%到達	④ : 4 分 6 秒後、サーモスタット動作 (サーモスタット近傍温度、127.1℃)	⑥ : 4 分 44 秒後、温度ヒューズ動作 (サーモスタット近傍温度、212.3℃)



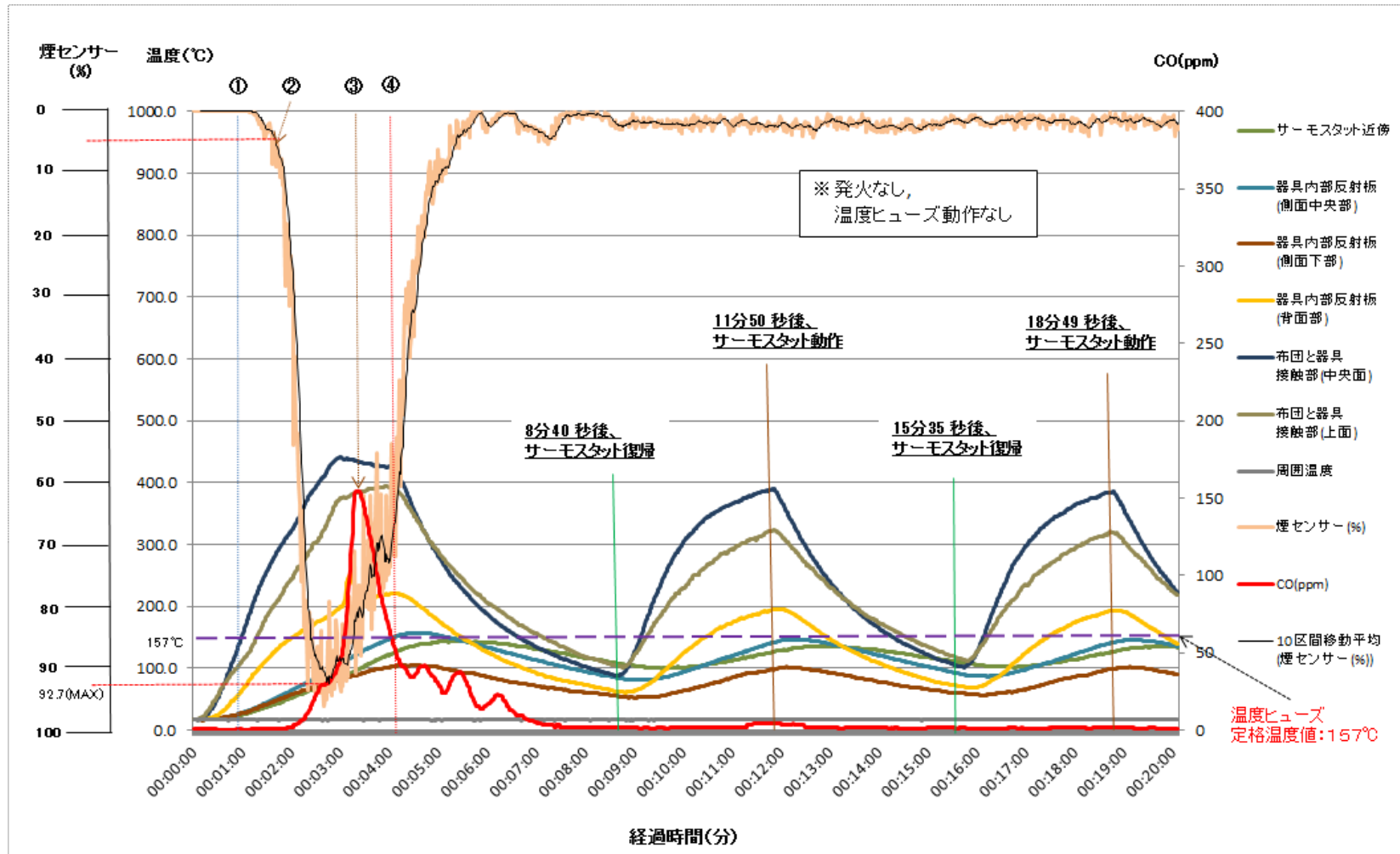
※実験に用いた電気ストーブ及びパジャマは、実際の火災とは関係ありません。

図 5 - 1 2 試験時の様子

3 回目も 2 回目と同様にパジャマからの発煙時に目視では煙が多く確認できた。時間経過と共に CO の値が上がっていき、CO の値が 200ppm（発火後 1 秒）となった。発火（電源投入後 3 分 50 秒経過）後にサーモスタットが動作（発火後 16 秒経過）し、その後も CO が上昇し最大（発火後 40 秒経過）で 797ppm であった。

温度ヒューズは、発火後（発火後 54 秒経過）に動作した。

(7) 温度検知器（サーモスタット）が動作するもの（布団）



① : 56 秒後、発煙	③ : 3 分 19 秒後、CO が 154ppm(MAX 値)
② : 1 分 40 秒後、煙濃度 5% 到達	④ : 4 分 5 秒後、サーモスタット動作 (サーモスタット近傍温度、124.0°C)



※実験に用いた電気ストーブ及び布団は、実際の火災とは関係ありません。
メーカー名等の表示は画像処理しています。

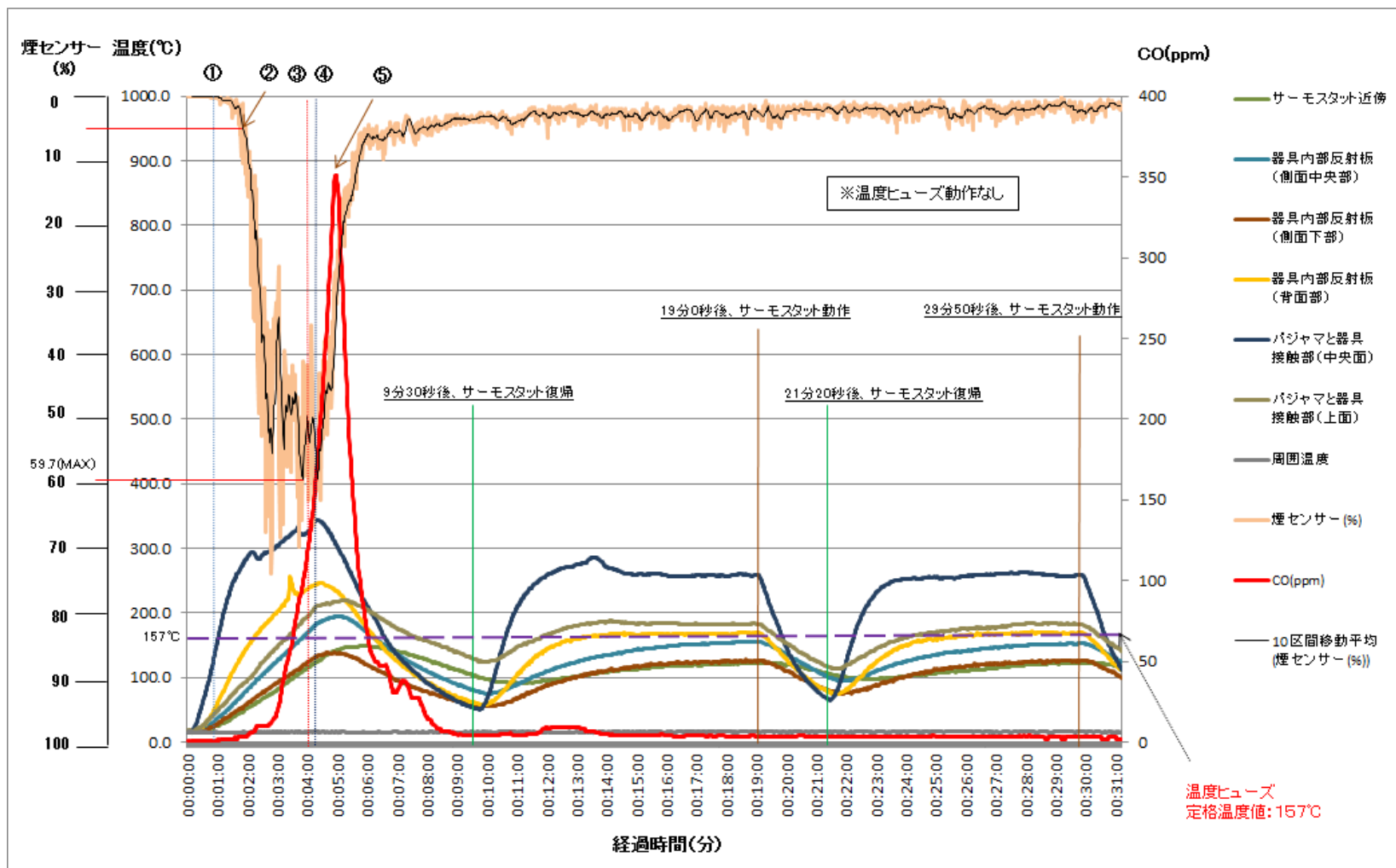
図 5 - 1 3 試験時の様子

電源投入後 4 分 5 秒経過した時にサーモスタットが動作した。CO の値は、電源投入後 3 分 19 秒が経過した時が、最大で 154ppm となった。

電源投入後 8 分 40 秒にサーモスタットが復帰し電源を投入。CO は、20ppm 以下となり、電源投入後 11 分 50 秒でサーモスタットが再度、動作した。

その後もサーモスタットの動作を繰り返したが、CO の値は、20ppm 以下のままだった。

(8) 温度検知器（サーモスタット）が動作するもの（パジャマ）



① : 50 秒後、発煙	③ : 4 分 0 秒後、火種発生 (炎発生なし)	⑤ : 4 分 56 秒後、CO が 351ppm(MAX 値)
② : 1 分 42 秒後、煙濃度 5%到達	④ : 4 分 15 秒後、サーモスタット動作 (サーモスタット近傍温度、122.6°C)	



※実験に用いた電気ストーブパジャマは、実際の火災とは関係ありません。

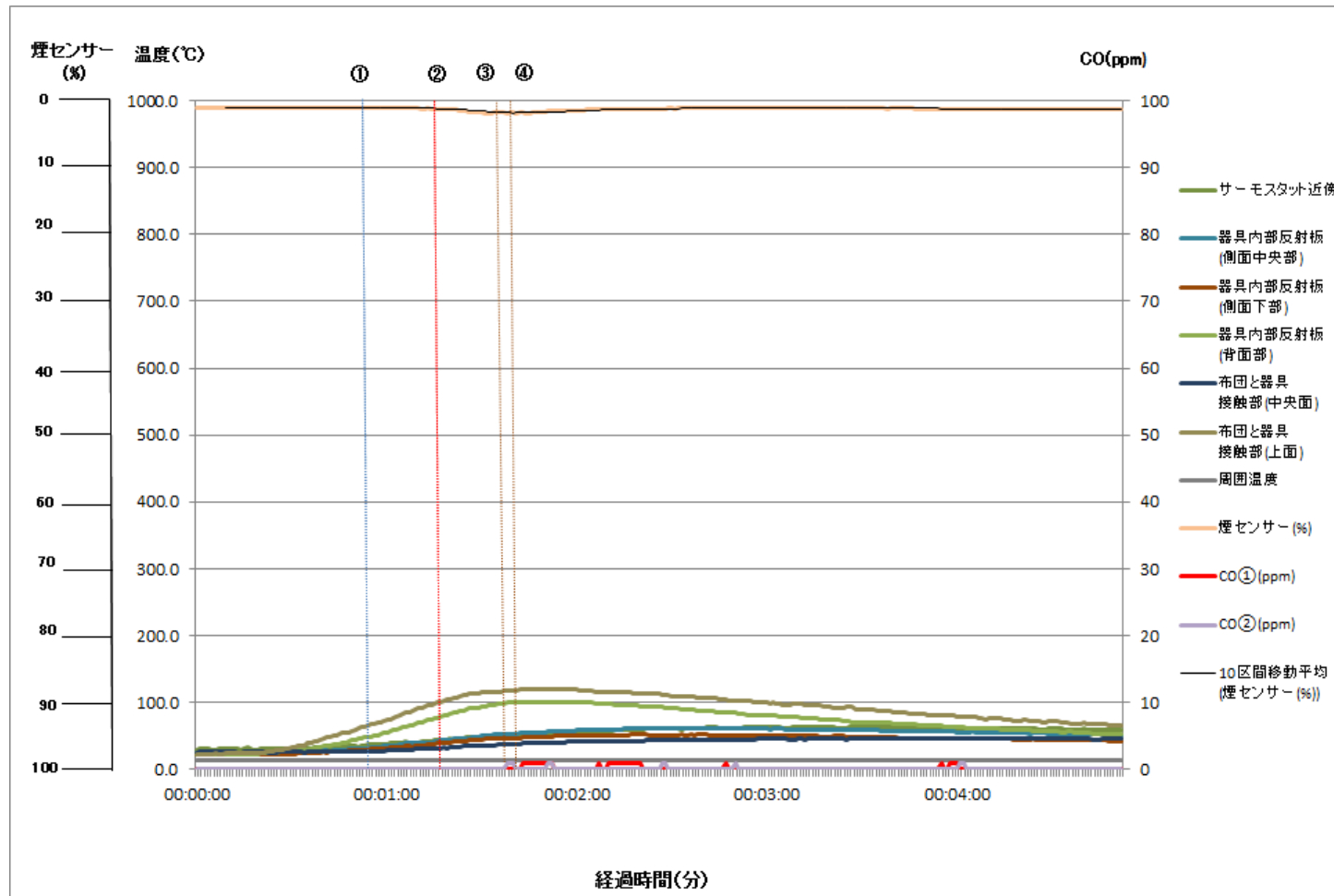
図 5 - 1 4 試験時の様子

サーモスタット動作（電源投入後 4 分 15 秒経過）後に通電を停止し、サーモスタット復帰時に再度、通電を開始した。

通電の ON、OFF の繰り返しを 3 回行った。通電後 50 秒で発煙が確認され、CO の値は 100ppm 未満であったが、サーモスタット動作時には 100ppm を超え最大（電源投入後 4 分 56 秒経過）で 351ppm となった。パジャマは、発火まで至らなかったものの焦げて穴が空いた部分から火種が目視で確認できた。

火種発生（電源投入後 4 分経過）後、サーモスタットが動作した。

(9) 煙感知器が動作するもの（布団）



※CO①：別紙3のガス分析器1を使用，CO②：別紙3のガス分析器2にCO警報器を接続して使用

①：55秒後、発煙	③：1分38秒後、CO②が1ppm(MAX値)
②：1分19秒後、煙感知器が反応。反応直後に電源OFF (煙感知器が反応したときのCO②の測定値:1ppm以下)	④：1分43秒後、CO①が1ppm(MAX値)



※実験に用いた電気ストーブ及び布団は、実際の火災とは関係ありません。
メーカー名等の表示は画像処理しています。

図5-15 試験時の様子

電源投入後 55 秒経過した時点で、発煙を目視で確認、その 24 秒後（電源投入後 1 分 19 秒経過）に煙感知器が反応したため、通電停止。

布団は、うっすら焦げた（茶色い変色）状態であった。

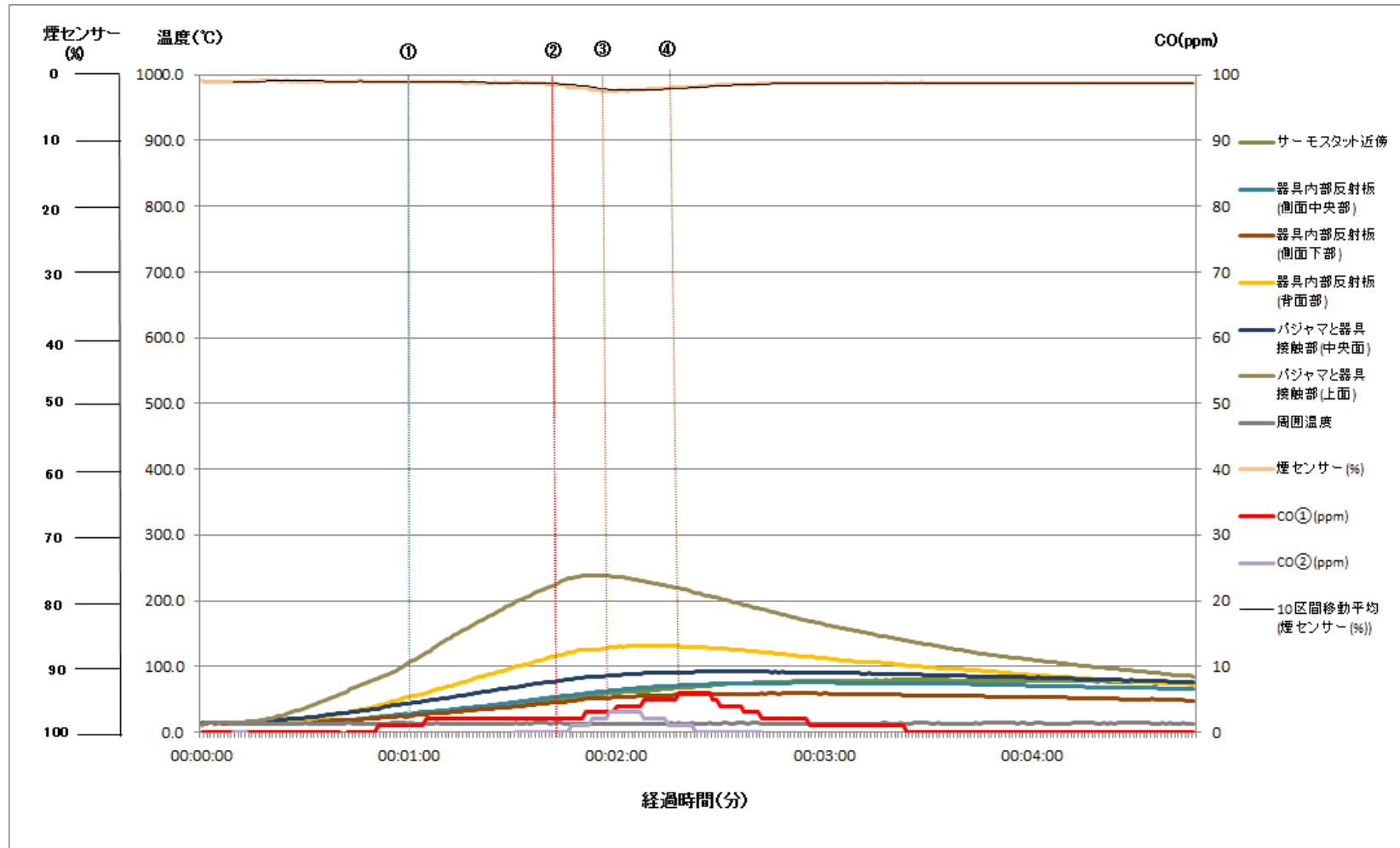
CO は、最大で 1ppm とほとんど検出されなかった。



※実験に用いた電気ストーブ及び布団は、実際の火災とは関係ありません。
メーカー名等の表示は画像処理しています。

図5-16 焦げの状態

(10) 煙感知器が動作するもの (パジャマ)



※CO①：別紙3のガス分析器1を使用，CO②：別紙3のガス分析器2にCO警報器を接続して使用

①：1分0秒後、発煙	③：1分58秒後、CO②が3ppm(MAX値)
②：1分44秒後、煙感知器が反応。反応直後に電源OFF (煙感知器が反応したときのCO②の測定値:1ppm以下)	④：2分18秒後、CO①が6ppm(MAX値)



※実験に用いた電気ストーブ及びパジャマは、実際の火災とは関係ありません。

図5-17 試験時の様子

電源投入後1分経過した時点で、発煙を目視で確認、その44秒後（電源投入後1分44秒経過）に煙感知器が反応したため、通電停止。

パジャマは、焦げた（こげ茶色い変色）状態であった。

COは、最大で6ppmであった。

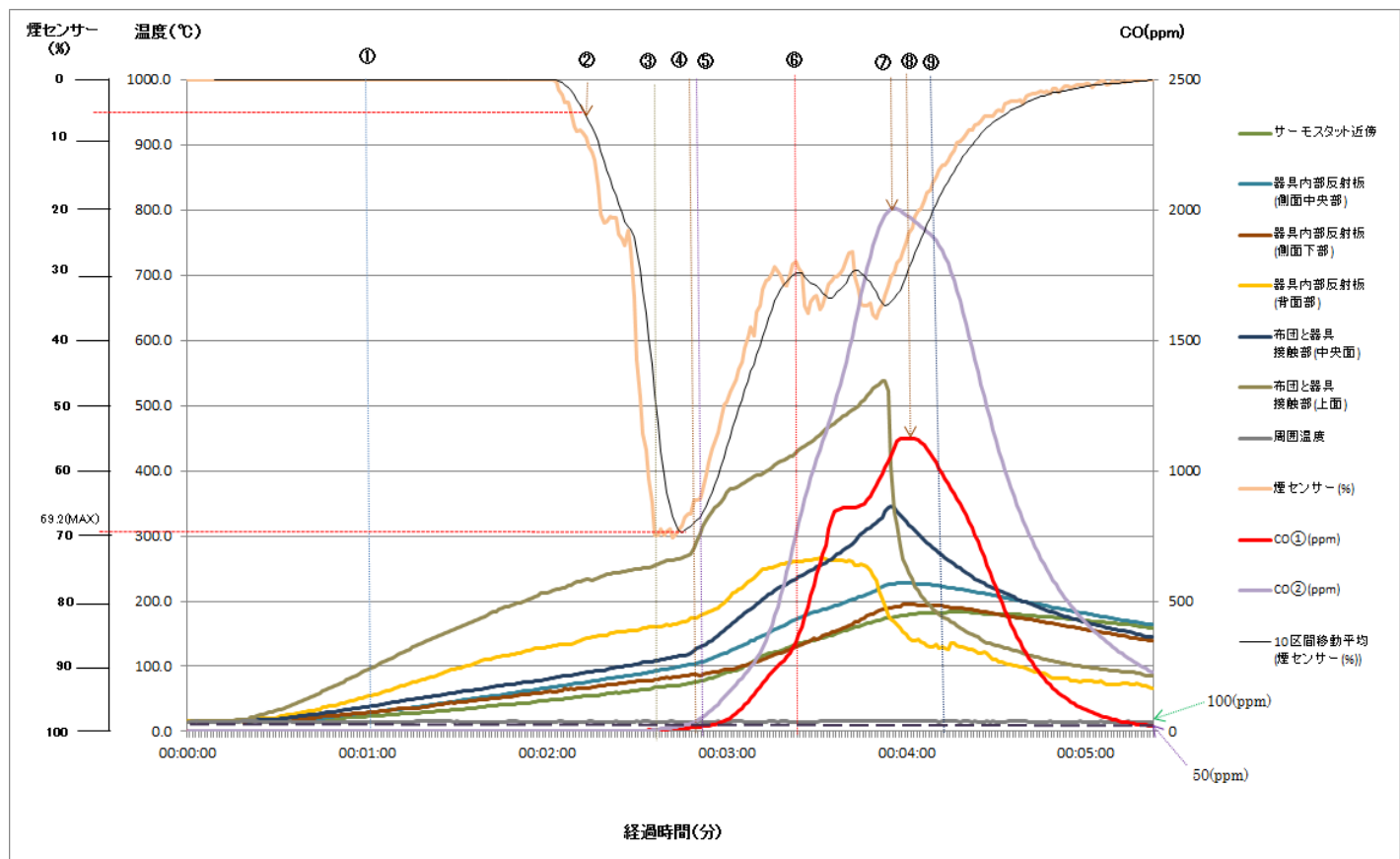


※実験に用いた電気ストーブ及びパジャマは、実際の火災とは関係ありません。

メーカー名等の表示は画像処理しています。

図5-18 焦げの状態

(11) CO 警報器 (100ppm) が動作するもの (布団)



※CO①：別紙3のガス分析器1を使用、 CO②：別紙3のガス分析器2にCO警報器を接続して使用

①：1分0秒後、発煙	④：2分50秒後、発火	⑦：3分56秒後、CO②が2008ppm(MAX値)
②：2分15秒後、煙濃度5%到達	⑤：2分53秒後、CO警報器の100ppmの警報音が鳴った。 (100ppmの警報器が鳴ったときのCO②の測定値:155ppm)	⑧：4分2秒後、CO①が1124ppm(MAX値)
③：2分38秒後、CO警報器の50ppmの警報音が鳴った。 (50ppmの警報器が鳴ったときのCO②の測定値:20ppm)	⑥：3分21秒後、サーモスタット動作 (サーモスタット近傍温度、130.6℃)	⑨：4分13秒後、温度ヒューズ動作 (サーモスタット近傍温度、180.1℃)



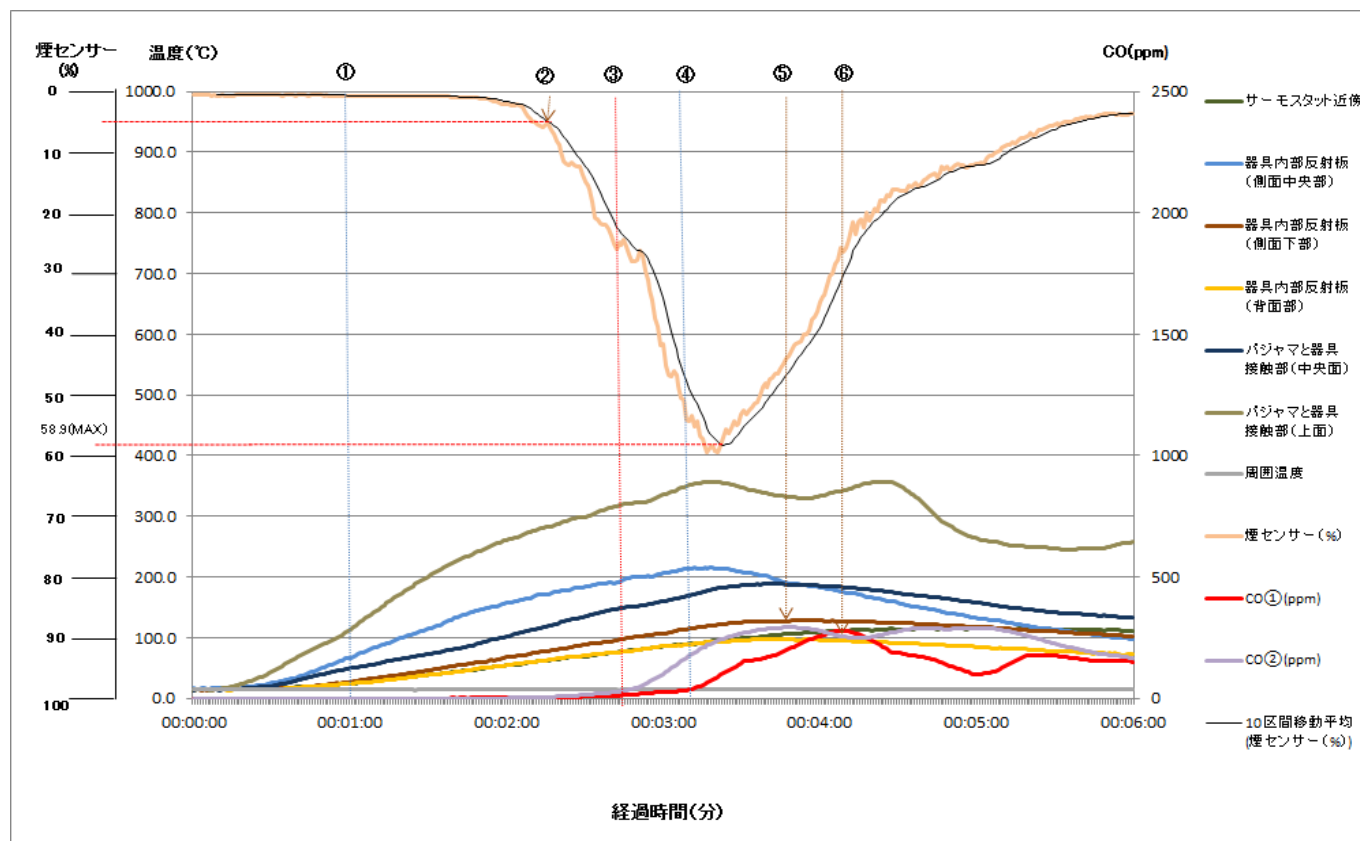
※実験に用いた電気ストーブ及び布団は、実際の火災とは関係ありません。
メーカー名等の表示は画像処理しています。

図 5 - 1 9 試験時の様子

電源投入後 1 分経過した時点で発煙を目視で確認できた。電源投入後 2 分 38 秒経過した時に CO 警報器が 50ppm に到達した。電源投入後 2 分 50 秒経過した時に布団が発火、その 3 秒後（電源投入後 2 分 53 秒経過）に CO 警報器が 100ppm に到達したため、電源を遮断した。

電気ストーブ近傍の CO は、最大（発火後 1 分 12 秒経過）で 1124ppm となった。
また、センサジグ内の CO は、最大（発火後 1 分 6 秒経過）で 2008ppm となった。

(12) CO 警報器(100ppm)が動作するもの (パジャマ)



※CO①：別紙3のガス分析器1を使用, CO②：別紙3のガス分析器2にCO警報器を接続して使用

<p>①：58秒後、発煙</p>	<p>③：2分50秒後、CO警報器の50ppmの警報音が鳴った。(50ppmの警報器が鳴ったときのCO②の測定値:26ppm)</p>	<p>⑤：3分46秒後、CO②が292ppm(MAX値)</p>
<p>②：2分15秒後、煙濃度5%到達</p>	<p>④：3分10秒後、CO警報器の100ppmの警報音が鳴った。(100ppmの警報器が鳴ったときのCO②の測定値:116ppm)</p>	<p>⑥：4分9秒後、CO①が277ppm(MAX値)</p>



※実験に用いた電気ストーブ及びパジャマは、実際の火災とは関係ありません。

図 5 - 2 0 試験時の様子

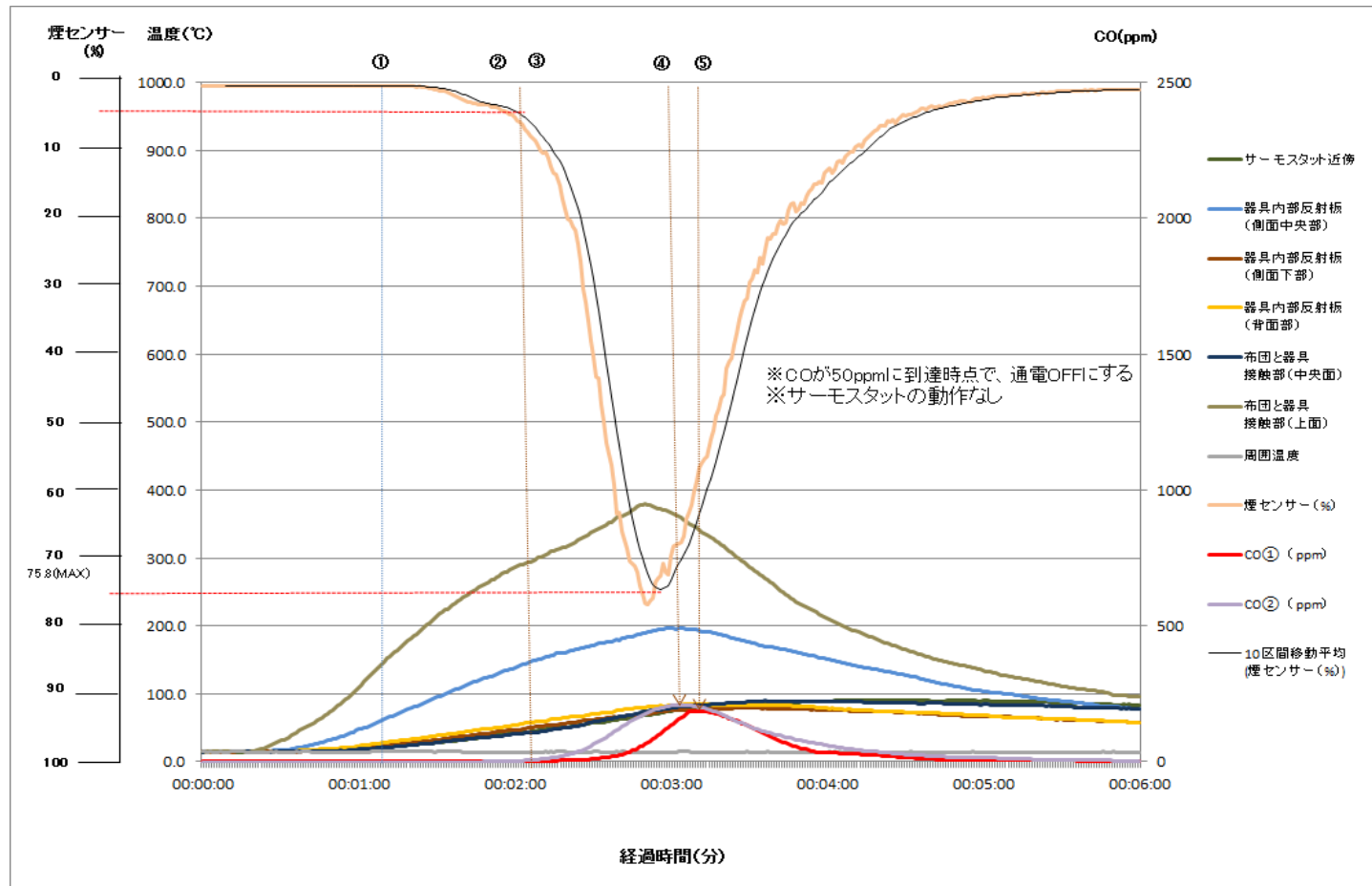
電源投入後 58 秒経過した時点で発煙を目視で確認できた。電源投入後 2 分 50 秒経過した時に CO 警報器が 50ppm に到達した。電源投入 3 分 10 秒経過した時に CO 警報器が 100ppm に到達したため、電源を遮断した。

パジャマは、焦げたが、発火までには至らなかった。

電気ストーブ近傍の CO は、最大（電源投入後 4 分 9 秒経過）で 277ppm となった。

また、センサジグ内の CO は、最大（電源投入後 3 分 46 秒経過）で 292ppm となった。

(13) CO 警報器 (50ppm) が動作するもの (布団)



※CO①：別紙3のガス分析器1を使用，CO②：別紙3のガス分析器2にCO警報器を接続して使用

①：1分10秒後、発煙	③：2分10秒後、CO警報器の50ppmの警報音が鳴った。(50ppmの警報器が鳴ったときのCO②の測定値:20ppm)	⑤：3分8秒後、CO①が186ppm(MAX値)
②：2分9秒後、煙濃度5%到達	④：3分3秒後、CO②が208ppm(MAX値)	



※実験に用いた電気ストーブ及び布団は、実際の火災とは関係ありません。
メーカー名等の表示は画像処理しています。

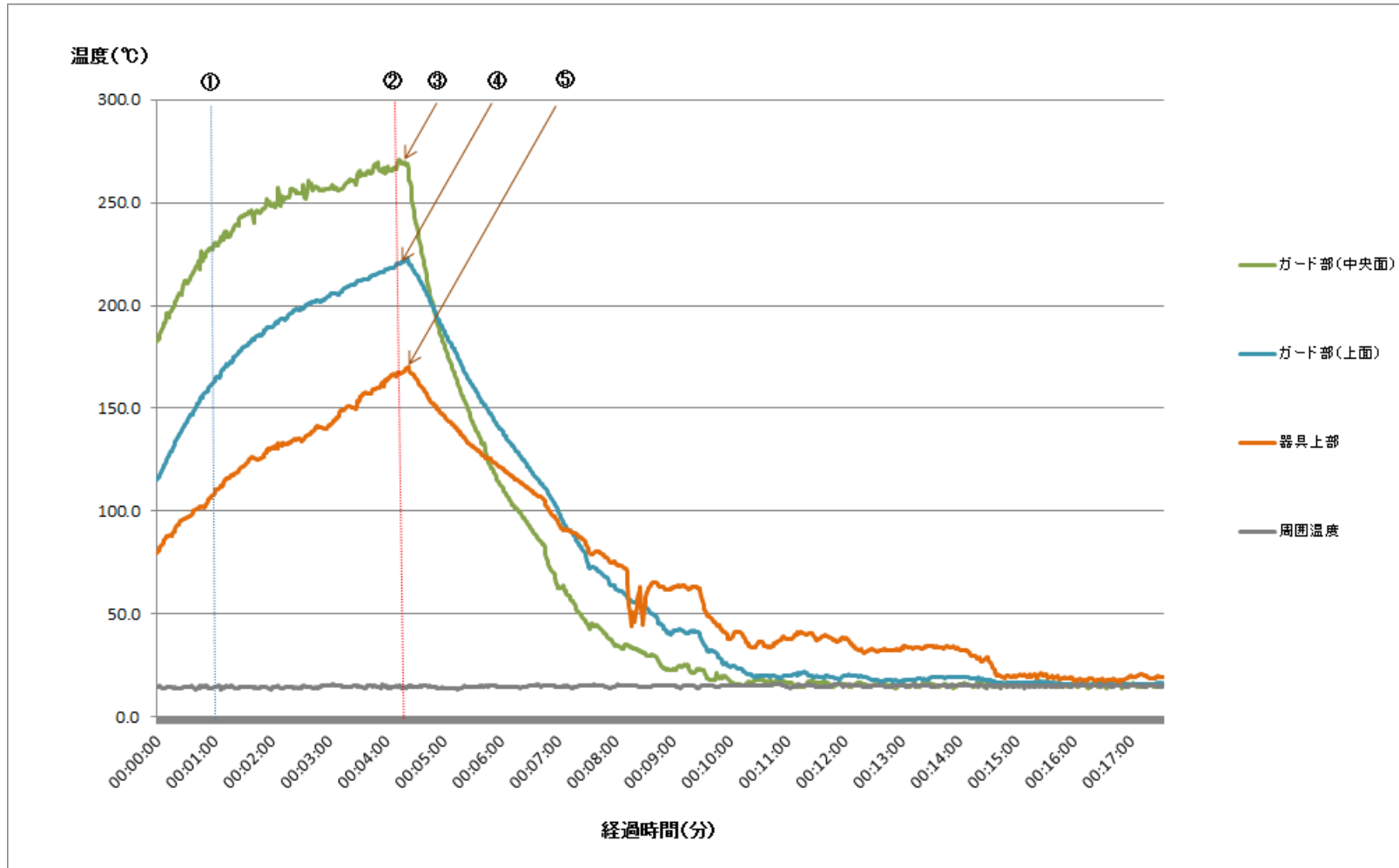
図 5 - 2 1 試験時の様子

電源投入後 56 秒経過した時点で発煙を目視で確認できた。電源投入後 2 分 10 秒経過した時に CO 警報器が 50ppm に到達したため、電源を遮断した。電源投入 3 分 20 秒経過した時に CO 警報器が 100ppm に到達した。(電源は遮断状態)
布団は、焦げたが、発火までには至らなかった。

電気ストーブ近傍の CO は、最大(電源投入後 3 分 8 秒経過)で 186ppm となった。

また、センサジグ内の CO は、最大(電源投入後 3 分 3 秒経過)で 208ppm となった。

(14) 赤外線センサ動作確認 (パジャマ 1 回目)



① : 1 分 0 秒後、発煙	④ : 4 分 22 秒後、ガード部(上面)の最大温度 222.7°C
② : 4 分 11 秒後にセンサ感知し、電源 OFF	⑤ : 4 分 23 秒後、器具上部の最大温度 170.1°C
③ : 4 分 13 秒後、ガード部(中央面)の最大温度 270.6°C	



※実験に用いた電気ストーブ及びパジャマは、実際の火災とは関係ありません。
メーカー名等の表示は画像処理しています。

図5-22 試験時の様子

電源投入後1分経過した時点で発煙が、目視で確認された。電源投入後4分11秒経過した時に赤外線センサが動作し、通電を停止した。

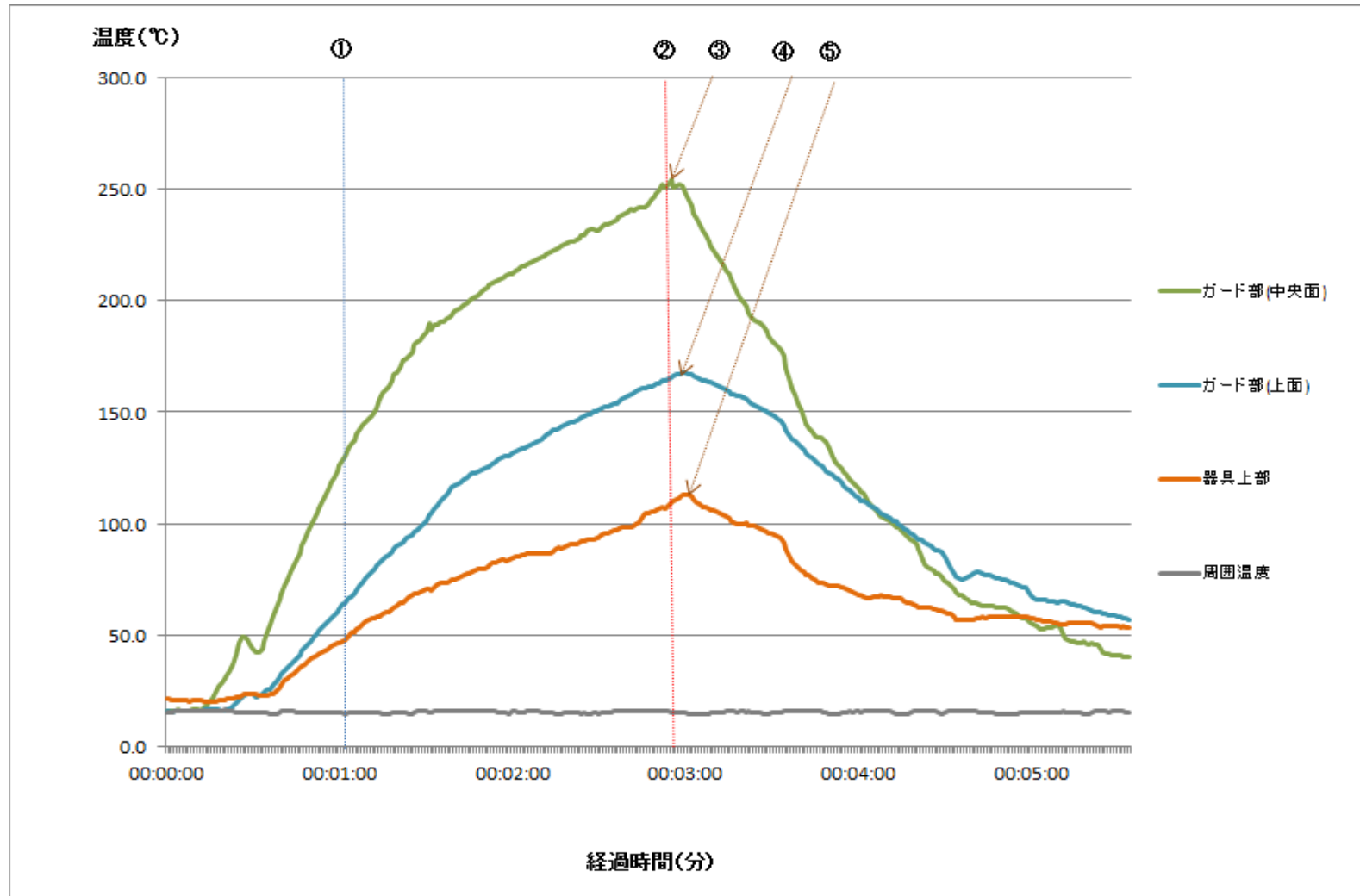
パジャマは、焦げて穴があいたが発火までには至らなかった。
最高温度は、270.6℃であった。



※実験に用いた電気ストーブ及びパジャマは、実際の火災とは関係ありません。
メーカー名等の表示は画像処理しています。

図5-23 焦げの様子

(15) 赤外線センサ動作確認 (パジャマ 2 回目)



① : 1 分 2 秒後、発煙	④ : 3 分 0 秒後、ガード部(上面)の最大温度 167.6°C
② : 2 分 55 秒後にセンサ感知し、電源 OFF	⑤ : 3 分 1 秒後、器具上部の最大温度 113.1°C
③ : 2 分 57 秒後、ガード部(中央面)の最大温度 254.3°C	



※実験に用いた電気ストーブ及びパジャマは、実際の火災とは関係ありません。
メーカー名等の表示は画像処理しています。

図 5 - 2 4 試験時の様子

電源投入後 1 分 2 秒経過した時点で発煙が、目視で確認された。電源投入後 2 分 55 秒経過した時に赤外線センサが動作し、通電を停止した。
パジャマは、焦げたが発火までには至らなかった。
最大温度は、254.3℃であった。



※実験に用いたパジャマは、実際の火災とは関係ありません。

図 5 - 2 5 焦げの状態

第4節 考察

1. 安全機能なし

(1) 布団

データに正確性を持たせるため、同じ内容で3回行った。

電源投入後2分40秒～4分40秒の範囲で発火しているが、これは電気ストーブへの布団の掛かり方において、若干位置が違うだけでも布団発火時間が変わるものと考えられる。

COは、最大(発火後1秒～1分2秒経過)で1135ppm～3190ppmの値となったが、この幅についても電気ストーブへの布団の掛かり方によるものと考えられる。

熱電対で測定した温度は、最高で493℃～545℃になったが、この幅についても電気ストーブへの布団の掛かり方によるものと考えられる。

発火後にストーブに搭載されているサーモスタット(発火6秒前～発火後36秒経過)及び温度ヒューズ(発火後55秒～1分20秒経過)が動作したが、この幅については、電気ストーブの最高温度にも幅があることから、これによるものと考えられる。

測定した温度では最高545℃となったことから、着火物を発火源として住宅に存在するあらゆるものを発火させる危険性があるものと考えられる。

サーモスタットについては、有効に動作することを確認することができ、また、温度ヒューズについても有効に動作することを確認することができたが、これらの安全装備は電気用品安全法で義務化されているものではなく、メーカーが自主的に装備しているものである。

(2) パジャマ

データに正確性を持たせるため、同じ内容を3回行った。

電源投入後3分50秒～4分40秒で発火したが、時間に幅があるが、これは、電気ストーブへのパジャマの掛かり方を同じ条件にしているが、若干位置が違うだけでも発火時間が変わるものと考えられる。

COは最大で(発火30秒前～発火後40秒経過)で304ppm～888ppmの値となったが、この幅についても電気ストーブへのパジャマの掛かり方によるものと考えられる。

発火前にストーブに搭載されているサーモスタット(発火30秒前)が動作し、発火後に温度ヒューズ(発火後16秒～54秒経過)が動作したが、この幅についても電気ストーブへのパジャマの掛かり方によるものと考えられる。

測定した温度は、最高で723℃となったことから、着火物が発火源となることで住宅に存在するあらゆるものを発火させる危険性があるものと考えられる。

サーモスタット及び温度ヒューズについては、有効に動作していることを確認した。

布団と比べ、パジャマは生地が薄いため、特徴的な傾向があることがわかった。

2. 温度検知器(サーモスタット)

布団及びパジャマにおいて1回ずつ実験した。

(1) 布団は、電源投入後4分5秒でサーモスタットが動作した。

COの値は、3分19秒経過時点が、最大となり154ppmとなった。

サーモスタットは、その後、周期的に電源ON-OFFを繰り返し、この間のCOは、20ppm以下となった。

これは、周期的に電源ON-OFFを繰り返しているため、COの値は低くなったものと考え

られる。

熱電対で測定した温度は、最高で 442℃になり、布団は、激しく焦げたが、発火するまでには至らなかった。

サーモスタットが動作することで、CO の発生量が低くなり、また、発火しなかったため、安全機能としては有効であるものと考えられる。

- (2) パジャマは、電源投入後 4 分 15 秒でサーモスタットが動作した。

CO の値は、4 分 56 秒経過時点が、最大となり 351ppm となった。

サーモスタットは、その後、周期的に電源 ON-OFF を繰り返し、この間の CO は、20ppm 以下となった。

これは、周期的に電源 ON-OFF を繰り返しているため、CO の値は低くなったものと考えられる。

熱電対で測定した温度は、最高で 344℃になり、布団は、激しく焦げたが、発火するまでには至らなかった。

サーモスタットが動作することで、CO の発生量が低くなり、また、発火しなかったため、安全機能としては有効であるものと考えられる。

3. 煙感知器

布団及びパジャマにおいて 1 回ずつ実験した。

- (1) 布団は、55 秒経過時点で、発煙を目視で確認した。

その 24 秒後（1 分 19 秒経過）に煙感知器が反応したため、通電は停止。

布団は、少し焦げた（茶色い変色）状態であった。

熱電対で測定した温度は、最高で 120℃になり、CO は、最大で 1ppm であった。

煙感知器は、発火源を早期に感知するものとして有効であると考えられる。

- (2) パジャマは、60 秒経過した時点で、発煙を目視で確認した。

その 44 秒後（1 分 44 秒経過）に煙感知器が反応したため、通電は停止。

パジャマは、焦げた（濃い茶変色）状態であった。

熱電対で測定した温度は、最高で 239℃になり、CO は、最大で 6ppm であった。

煙感知器は、電気火災を早期覚知するものとしては非常に有効なものであると考えられる。

(3) CO 警報器

CO 警報器は、100ppm と 50ppm の感知機能があるため、2 つの感度レベルにおける実験を行った。

- ① 布団において、設定 100ppm の実験をしたとき、著しい発煙が発生した後、CO 警報器の反応とほぼ同時に発火した。

CO 警報器が動作時点の CO 測定値は 155ppm であり、熱電対で測定した温度は、最高で 538℃になった。

電気ストーブ近傍の CO は、最大で 1124ppm となった。また、センサジグ内の CO は、最大で 2008ppm となった。

設定 100ppm においては、反応時点で 155ppm であり、センサジグ内では最大 2008ppm となったことから、早期に消火又は避難できる体制が必用であると考えられる。

- ② 布団において、設定 50ppm の実験をしたとき、著しい発煙が発生したが、発火には至ら

なかった。布団は焦げていた。

CO 警報器が動作した時点での CO の測定値は 20ppm であり、熱電対で測定した温度は、最高で 379℃になった。

電気ストーブ近傍の CO は、最大で 186ppm となった。また、センサジグ内の CO は、最大で 208ppm となった。

設定 50ppm においては、反応時点で 20ppm であり、センサジグ内では最大 208ppm であったことから、発火に至る前に反応し、電気火災を早期覚知するものとしては有効なものであると考えられる。

なお、設置場所によっては、調理中の煙を日常的に感知することが考えられる。

- ③ パジャマにおいて、設定 100ppm の実験をしたとき、著しい発煙が発生したものの、CO 警報器は反応しなかった。パジャマは焦げていた。

CO 警報器が動作した時点での CO の測定値は 116ppm であり、熱電対で測定した温度は、最高で 357℃になった。

電気ストーブ近傍の CO は、最大で 277ppm となった。また、センサジグ内の CO は、最大で 292ppm となった。

CO 警報器の動作を 100ppm (布団。パジャマ) と 50ppm (布団) で行ったが、布団の場合、CO 警報器は動作したが、パジャマの場合、CO が反応付近であったため、動作しなかった。

CO 警報器は、着火物から発生する CO の量により、反応する場合と反応しない場合があることがわかった。

設定 50ppm はこれより低い値で動作し、設定 100ppm では、これより高い値で動作している。

50ppm で設定する場合は、微量の CO でも動作させたいという厳しいニーズに応えたものであると考えられる。

一方、100ppm で設定する場合は、設置環境による誤差を考慮したものと考えられる。

(5) 赤外線センサ付き電気ストーブにおける動作確認

安全性を高めた高機能な電気ストーブとして、赤外線センサ付き電気ストーブが市販されている。

通常であれば、内蔵された上下各 4 個 (放熱側 (前面) に装備) の赤外線センサ間に障害物が入ると間もなく通電停止となるが、パジャマを上部から覆い被せるようにしたときは、赤外線センサが動作せずに通電し続ける場合があった。

電源投入後 1 分 00 秒～1 分 02 秒経過した時点で発煙があった (目視確認)。電源投入後 2 分 55 秒～4 分 11 秒経過した時点で赤外線センサが動作し、通電を停止した。

パジャマは、焦げが発生し、穴が開いたが発火には至らなかった。

最高温度は、271℃であった。

当初反応しなかった赤外線センサが反応した理由としては、パジャマから発生した燃焼ガスが上部に滞留し、赤外線を遮ったためであると考えられる。

第5節 まとめ

(1) 安全機能なし

① 布団1回目

電源投入後2分40秒で発火した。発火後にCOが炎と共に多く検出され、最大（発火後1分2秒経過）で3190ppmの値となった。

熱電対で測定した温度は、最高で525℃になった。

発火後にストーブに搭載されているサーモスタット（発火後35秒経過）及び温度ヒューズ（発火後1分20秒経過）が動作した。

② 布団2回目

電源投入後4分40秒で発火した。発火後にCOが炎と共に多く検出され、最大（発火後19秒経過）で1504ppmの値となった。

熱電対で測定した温度は、最高で493℃になった。

発火前にストーブに搭載されているサーモスタット（発火6秒前）が動作し、発火後に温度ヒューズ（発火後55秒経過）が動作した。

③ 布団3回目

電源投入後2分45秒で発火した。発火後にCOが炎と共に多く検出され、最大（発火後1秒経過）で1135ppmの値となった。

熱電対で測定した温度は、最高で545℃になった。

発火後にストーブに搭載されているサーモスタット（発火後36秒経過）及び温度ヒューズ（発火後1分17秒経過）が動作した。

④ パジャマ1回目

電源投入後4分40秒で発火した。発火後にCOが炎と共に多く検出され、最大（発火後40秒経過）で304ppmの値となった。

熱電対で測定した温度は、最高で701℃になった。

発火前にストーブに搭載されているサーモスタット（発火30秒前）が動作し、発火後に温度ヒューズ（発火後25秒経過）が動作した。

⑤ パジャマ2回目

電源投入後4分28秒で発火した。発火後にCOが炎と共に多く検出され、最大（発火後46秒経過）で888ppmの値となった。

熱電対で測定した温度は、最高で701℃になった。

発火前にストーブに搭載されているサーモスタット（発火33秒前）が動作し、発火後に温度ヒューズ（発火後38秒経過）が動作した。

⑥ パジャマ3回目

電源投入後3分50秒で発火した。発火後にCOが炎と共に多く検出され、最大（発火後40秒経過）で797ppmの値となった。

熱電対で測定した温度は、最高で723℃になった。

発火後にストーブに搭載されているサーモスタット（発火後16秒経過）及び温度ヒューズ（発火後54秒経過）が動作した。

(2) 温度検知器（サーモスタット）動作時

布団及びパジャマでそれぞれ1回実験を実施した結果は、以下のとおり。

- ① 布団は、電源投入後4分5秒でサーモスタットが動作した。COの値は、電源投入後3分19秒が経過した時が、最大で154ppmとなった。

サーモスタットが動作した4分35秒後にサーモスタットが復帰し電源を投入。COは、20ppm以下となり、サーモスタットが復帰した3分10秒経過後に再びサーモスタットが動作、再動作後3分45秒経過後にサーモスタットが再々度、復帰し電源を投入。

その後、3分14秒後にサーモスタットが動作した。

サーモスタットの動作を繰り返したが、COの値は、20ppm以下のままだった。

熱電対で測定した温度は、最高で442℃になり、布団は激しく焦げたが、発火には至らなかった。

なお、これは自然発火する可能性の高い温度である。

- ② パジャマは、電源投入後4分15秒でサーモスタットが動作した。COの値は、電源投入後4分56秒が経過した時が、最大で351ppmとなった。

サーモスタットが動作した5分15秒後にサーモスタットが復帰し電源を投入。COは、20ppm以下となり、サーモスタットが復帰した9分30秒経過後に再びサーモスタットが動作、再動作後2分20秒経過後にサーモスタットが再々度、復帰し電源を投入。その後、8分30秒後にサーモスタットが動作した。

サーモスタットの動作を繰り返したが、COの値は、20ppm以下のままだった。

熱電対で測定した温度は、最高で344℃になった。

パジャマは、焦げて穴が空き、火種が確認できたが発火までには至らなかった。

(3) 煙感知器動作時

布団及びパジャマでそれぞれ1回実験を実施した結果は、以下のとおり。

- ① 布団は、電源投入後55秒経過した時点で、発煙を目視で確認、その24秒後（電源投入後1分19秒経過）に煙感知器が反応したため、通電停止。

布団は、少し焦げた（茶色い変色）状態であった。

熱電対で測定した温度は、最高で120℃になった。

COは、最大で1ppmとほとんど検出されなかった。

- ② パジャマは、電源投入後60秒経過した時点で、発煙を目視で確認、その44秒後（電源投入後1分44秒経過）に煙感知器が反応したため、通電停止。

パジャマは、焦げた（濃い茶変色）状態であった。

熱電対で測定した温度は、最高で239℃になった。

COは、最大で6ppmであった。

(4) CO警報器動作時

CO警報器は、100ppmと50ppmでの反応をする機能があるため、発火に至らない感度レベルを確認すべく以下の実験を行った。

- ① 着火物を布団として、CO警報器が100ppmの反応をするまで通電したとき、著しい発煙を生じ、CO警報器が反応するとほぼ同時に発火した。CO警報器が動作した時点

での CO の測定値は 155ppm であった。

熱電対で測定した温度は、最高で 538℃になった。

電気ストーブ近傍 (CO①) の CO は、最大で 1124ppm となった。また、センサジグ内 (CO②) の CO は、最大で 2008ppm となった。

- ② 着火物を布団として、CO 警報器が 50ppm の反応をするまで通電したとき、CO 警報器が反応した時点では、著しい発煙が生じたものの発火には至らなかった。布団は焦げた。CO 警報器が動作した時点での CO の測定値は 20ppm であった。

熱電対で測定した温度は、最高で 379℃になった。

電気ストーブ近傍 (CO①) の CO は、最大で 186ppm となった。また、センサジグ内 (CO②) の CO は、最大で 208ppm となった。

- ③ 着火物をパジャマとして、CO 警報器が 100ppm の反応をするまで通電したとき、CO 警報器が反応した時点では、著しい発煙が生じたものの、発火には至らなかった。パジャマは焦げていた。CO 警報器が動作した時点での CO の測定値は 116ppm であった。

熱電対で測定した温度は、最高で 357℃になった。

電気ストーブ近傍 (CO①) の CO は、最大で 277ppm となった。また、センサジグ内 (CO②) の CO は、最大で 292ppm となった。

(5) 赤外線センサ動作確認

通電後、パジャマを接近させたとき、赤外線センサが動作せずに通電し続ける場合があった。このため、この条件においてストーブ前面に熱電対をセットし、2 回の実験を行った。

① 1 回目

電源投入後 1 分経過した時点で発煙が、目視で確認された。電源投入後 4 分 11 秒経過した時に赤外線センサが動作し、通電を停止した。

パジャマは、焦げて穴があいたが発火までには至らなかった。

最高温度は、271℃であった。

② 2 回目

電源投入後 1 分 2 秒経過した時点で発煙が、目視で確認された。電源投入後 2 分 55 秒経過した時に赤外線センサが動作し、通電を停止した。

パジャマは、焦げたが発火までには至らなかった。

最大温度は、254℃であった。

使用計測器一覧

- ・ ガス分析器 1 (CO①) : Horiba(PG-230)
- ・ ガス分析器 2 (CO②) : 富士電機(ZKJ-4)
- ・ 煙センサ : KEYENCE
レーザー発信器、受光器(IB-01)
アンプ(IB1000)
電源 (KZ-U3)
- ・ 煙感知器 : ホーチキ(SLV-1)光電式スポット型感知器 1種
- ・ CO 警報器 : Household(tepoinn)、乾電池式
- ・ 記録温度計 : YOKOGAWA(MV2000)
- ・ 熱電対 : K 型、0.32Φ、DW01-DK30TT
- ・ 電圧調整器 : 東京精電(VAT-203)
- ・ ビデオカメラ : Panasonic(HC-W570M)
- ・ デジタルカメラ : Panasonic(DMC-F56)