

## 第4章 電子レンジ火災の実証実験

### 第1節 実験の目的

身近に使用される電気製品である電子レンジに起因した火災件数は、昭和61年から平成27年までの30年間でみると、前半の15年間は44件であったが、後半の15年間では262件と約6倍に増加している。その約半数は、食材等を過熱することにより庫内で出火している。

また、庫内から燃焼物を取り出すことで火傷したり、着衣に着火して死亡する事例が有る。そこで、電子レンジの庫内で出火した場合の、安全な消火方法及び延焼抑制方法を検討する実験を行った。

### 第2節 実験方法等

#### 1. 試験期間、場所

平成28年10月21日～27日（22、23日を除く） 総務省消防庁消防大学校消防研究センター

#### 2. 供試品

##### (1) 電子レンジの仕様（写真1）

- ① オープン機能がない単機能
- ② 4段階の強度（700W、600W、500W、200W）
- ③ 安全装置（庫内温度異常（150℃温度ヒューズ）、機器過電流（17A電流ヒューズ））



写真1 実験に使用した電子レンジ

##### (2) 庫内の食品（電子レンジで加熱するもの）

①～③の内、燃焼が継続する食品を実験で使用する。いずれも火災事例として報告されたものである。

- ① アルミ蒸着包装の冷凍食品（唐揚げ（102g））  
一口大の冷凍した鳥の唐揚げ6個が合成樹脂製トレーで小分けされ、アルミ蒸着で包装されたもの。
- ② 焼き芋（102g）  
常温の焼き芋をカットしたもの。
- ③ 肉まん（86g）  
常温の肉まん

##### (3) 消火用機材

- ① 消火器：ヤマトプロテック(株) 粉末（ABC）消火器（YA3PX、薬剤質量1.0kg、放射時間約12秒）×6本
- ② 散水：水道栓につないだホース及びノズル（(株)タカギ スリムパチットスマートノズルN（QGNX213N32）を取り付けたものにより、ストレート状の放射を行う（水バケツ1単位（3杯）分の散水（24ℓ）及び水バケツ1杯分の散水（8ℓ））
- ③ エアゾール式簡易消火器具：(株)ワイピーシステム 消棒 miny（二酸化炭素60g、放射時間約

12秒) ×1本

#### (4) 測定機材

- ① データーロガー：江藤電気(株) (CADAC21) ×1
- ② 熱電対：K型 (素線径 0.32mm、ガラス繊維被覆) ×17
- ③ PC：日本電気(株) (VJ20MEZ75) ×1  
ソニー(株) (VPCS11AHJ) ×1  
デル(株) (Latitude-E620) ×1
- ④ ビデオカメラ：パナソニック(株) (HC-W570) ×2  
パナソニック(株) (HC-V480MS) ×1
- ⑤ 熱画像装置：日本電気(株) (Avio 赤外線テクノロジーH2640) ×1  
日本アビオニクス(株) (R500EXPro) ×1
- ⑥ 投光器：(株)畑屋製作所 (300W/PH300型) ×1
- ⑦ タイマー：(株)モルテル (TRT10) ×1
- ⑧ デジタルカメラ：(株)ニコン (AW120) ×1
- ⑨ 過負荷保護用遮断器：日動工業(株) (ST205S15A) ×1 (商用電源と電子レンジ間に使用)
- ⑩ デジタル秤：(株)A&D (SH5000) ×1 (食品の重量を測定)

### 3. 実験内容

- (1) 食品(可燃物)選定実験
- (2) 電子レンジの停止と扉の開放時間の検討実験
- (3) 消火器による消火実験
- (4) 散水による消火実験
- (5) エアゾール式簡易消火具による消火実験
- (6) メーカー推奨の方法による消火実験

以上(1)～(6)を実施し、食品の燃焼危険性、庫内外への延焼危険性について評価した。

### 4. 実験方法

- (1) 測定項目 (写真4及び図4-2)
  - ① 温度 (写真2、写真3及び図4-1)
    - ア 熱画像装置 (正面、側面 合計2点)
    - イ 熱電対 (正面中、正面上、正面左、正面下、上面中、上面奥、上面左、上面前、側面上、側面奥、側面下、背面中、背面上、背面左、背面下、吸気口、排気口 合計17点)
  - ② 映像  
ビデオカメラ (正面、側面、斜正面 合計3点)



写真2 熱電対設定状況（正面、上面、側面）

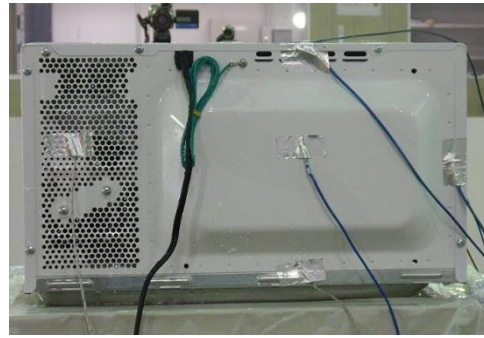


写真3 熱電対設定状況（背面）

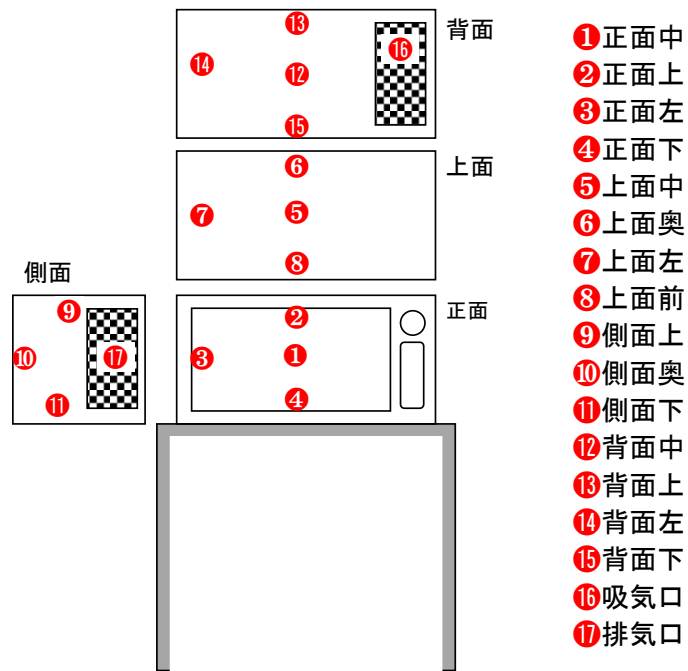


図4-1 温度測定点



写真4 実験室状況

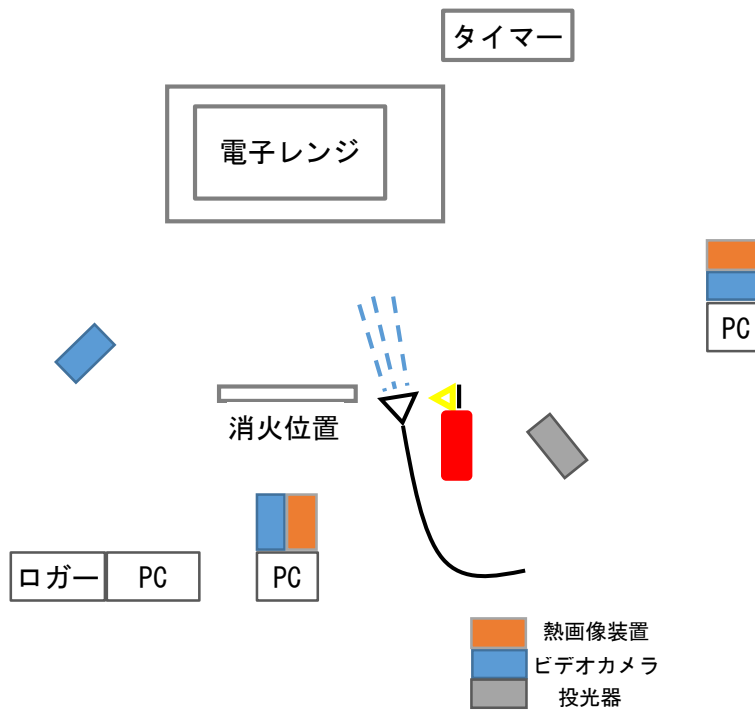


図4-2 測定機器配置図

## (2) 実験方法

### ① 食品選定実験

電子レンジに食品（アルミ蒸着包装の冷凍食品、焼き芋、肉まん）を入れ加熱開始から、食品が発火し、自然鎮火に至るまでの確認を行った。実験に使用する食品として電源停止、扉開放、消火の効果が確認できるよう燃焼時間が長く、一定の性状を呈するものを選定した。

### ② 電子レンジの停止と扉の開放時間の検討実験

#### ア 電子レンジ停止の検討

発火後、電子レンジが動作している場合としていない場合との比較

(ア) 発火後 10 秒で電子レンジを停止し、発火後 300 秒で扉を開放した。

(イ) 発火後 300 秒で電子レンジを停止し、同時に扉を開放した。

#### イ 扉開放の検討

発火後、電子レンジの扉を開放（同時に電子レンジ自動停止）する時間による比較

(ア) 発火後 60 秒で扉を開放した。

(イ) 発火後 120 秒で扉を開放した。

### ③ 消火器による消火実験

#### ア 正面からの放射

加熱開始から 2 分後に、電子レンジから 2m 離れた正面から消火器を放射する。消火が終了した 1 分後に、電子レンジを停止し鎮火に至るまでの確認を行った。なお、再現性の確認として 3 回行った。

#### イ 排気口への放射

加熱開始から 2 分後に、電子レンジの排気口に消火器の放出口を直接付けて放射する。消火が終了した 1 分後に、電子レンジを停止し鎮火に至るまでの確認を行った。

#### ウ 吸気口への放射

加熱開始から 2 分後に、電子レンジの吸気口に消火器の放出口を直接付けて放射する。消火が終了した 1 分後に、電子レンジを停止し鎮火に至るまでの確認を行った。

### ④ 散水による消火実験

#### ア 正面からの放射

加熱開始から 2 分後に、電子レンジから 2m 離れた正面から水道栓につないだホースによりストレート状に散水した。消火が終了した 1 分後に、電子レンジを停止し鎮火に至るまでの確認を行った。なお、再現性の確認として、3 回行った。（1 回目の散水は 3 分 36 秒間で水バケツ 3 杯分の 24ℓ、2 回目及び 3 回目の散水は 1 分 12 秒間で水バケツ 1 杯分の 8ℓ を放射）

#### イ 排気口及び吸気口への放射

加熱開始から 2 分後に電子レンジの排気口及び吸気口に水道栓につないだホースを直接付けて 1 分 12 秒間、それぞれ散水した。（各 8ℓ）消火が終了した 1 分後に、電子レンジを停止し鎮火に至るまでの確認を行った。

### ⑤ エアゾール式簡易消火器具（CO<sub>2</sub>）による消火実験

電源投入から 2 分後に電子レンジの排気口及び吸気口に放出口を直接付けて放射、消火が終了した 1 分後に、電子レンジを停止し鎮火に至るまでの確認を行った。

⑥ メーカー推奨の出火後の対応実験

ア メーカー推奨の消火器による消火

発火後 10 秒で電子レンジを停止し、電子レンジから 2m離れた正面から消火器を放射し、鎮火に至るまでの確認を行った。

イ メーカー推奨の散水による消火

発火後 10 秒で電子レンジを停止し、電子レンジから 2m離れた正面から水道栓につないだホースにより 1 分 12 秒間、散水し鎮火に至るまでの確認を行った。

ウ メーカー推奨の電子レンジ停止による消火

発火後 10 秒で扉を開けずに電子レンジを停止し、鎮火に至るまでの確認を行った。

### 第3節 実験結果

全ての実験結果は以下のとおり。

表4-1 実験結果一覧

条件	発火時間	鎮火時間	最高温度	燃焼性状・消火評価
冷凍食品	33 秒	10 分 55 秒 (自然鎮火)	11 分 14 秒 127.6°C (正面中)	火花が発生し、発煙及び発火。 8 分 59 秒に延焼拡大。10 分 52 秒に温度ヒューズ作動。
焼き芋	5 分 39 秒	5 分 43 秒 (自然鎮火)	5 分 41 秒 80.3°C (排気口)	多量の煙が発生。発火時に爆燃に より、扉が開放、火炎噴出。
肉まん	5 分 26 秒	5 分 34 秒 (自然鎮火)	5 分 24 秒 79.3°C (排気口)	多量の煙が発生。発火時の爆燃に より、扉が開放、火炎噴出。
以下の実験では共通条件として冷凍食品を使用				
発火後 10 秒 レンジ停止	35 秒	4 分 49 秒	4 分 29 秒 58.4°C (上面中)	火花が発生し、発火。扉開放前に 鎮火。
発火後 300 秒 レンジ停止	40 秒	5 分 40 秒	2 分 28 秒 67.9°C (側面上)	火花が発生し、発火。扉開放と同 時に鎮火。
発火後 60 秒 扉開放	1 分 07 秒	5 分 40 秒	4 分 46 秒 55.3°C (背面中)	火花が発生し、発火。扉開放後も 燃焼がしばらく継続。
発火後 120 秒 扉開放	39 秒	7 分 53 秒	2 分 39 秒 58.2°C (側面上)	火花が発生し、発火。扉開放後も 燃焼がしばらく継続。
消火器 1 (扉開放による電 子レンジ停止)	1 分 06 秒	9 分 47 秒	3 分 17 秒 60.8°C (側面上)	消火不能 外装の温度低下 42.1°C→30.5°C (-11.6°C)
消火器 2	1 分 43 秒	3 分 19 秒	3 分 25 秒 49.1°C (背面中)	消火不能 外装の温度低下 42.1°C→26.4°C (-15.7°C)
消火器 3	52 秒	3 分 01 秒	2 分 50 秒 65.3°C (背面中)	消火不能 外装の温度低下 42.1°C→36.6°C (-5.5°C)
消火器 排気口への放射	53 秒	3 分 00 秒	3 分 02 秒 50.9°C (背面中)	消火不能 外装の温度低下 42.1°C→31.2°C (-10.9°C)
消火器 吸気口への放射	34 秒	3 分 23 秒	1 分 58 秒 71.2°C (背面中)	消火不能 外装の温度上昇 42.1°C→42.6°C (+0.5°C)
散水 1 (24ℓ)	50 秒	6 分 38 秒	3 分 04 秒 65.8°C (背面中)	消火不能。 外装の温度低下 44.6°C→31.6°C (-13.0°C)
散水 2 (8ℓ)	1 分 17 秒	4 分 12 秒	2 分 10 秒 59.7°C (背面中)	消火不能 外装の温度低下 44.6°C→29.8°C(-14.8°C)
散水 3 (8ℓ)	37 秒	4 分 15 秒	2 分 03 秒 62.7°C (側面上)	消火不能 外装の温度低下 44.6°C→30.1°C (-14.5°C)
散水 排気口及び吸気口 (各 8ℓ)	33 秒	3 分 49 秒	2 分 18 秒 78.7°C (背面中)	消火不能 外装の温度低下 44.7°C→38.7°C (-6.0°C)

エアゾール 排気口及び吸気口	20 秒	3 分 25 秒	1 分 54 秒 82.0℃ (背面中)	消火不能 外装の温度上昇 42.7℃→48.6℃ (+5.9℃)
メーカー推奨 消火器	57 秒	5 分 45 秒	4 分 52 秒 47.3℃ (背面中)	消火不能 外装の温度低下 31.6℃→28.6℃ (-3.0℃)
メーカー推奨 散水 (8ℓ)	37 秒	1 分 55 秒	1 分 05 秒 43.8℃ (背面中)	消火不能 外装の温度低下 33.2℃→24.6℃ (-8.6℃)
メーカー推奨 レンジ停止	46 秒	56 秒	1 分 39 秒 29.7℃ (背面中)	電子レンジ停止と同時に鎮火。

※表中の用語の定義は以下のとおり。

発煙時間：電子レンジの排気口からの発煙を目視で確認できた時間とした。

発火時間：庫内の可燃物から炎が目視で確認できた時間とし、火花は含めない。

鎮火時間：発火した可燃物から炎が目視で確認できなくなった時間とした。

最高温度：電子レンジに設置した熱電対の中で実験中に最も高い温度を観測した値とした。

消火評価：比較する消火実験の消火中と同時間の食品選定実験（冷凍食品）の全熱電対のそれぞれの平均温度の差を評価した。



## 1. 冷凍食品の燃焼実験結果

食品選定実験として冷凍食品を用いた電子レンジ外装の温度推移を図4-3、加熱開始からの性状は表4-2となった。

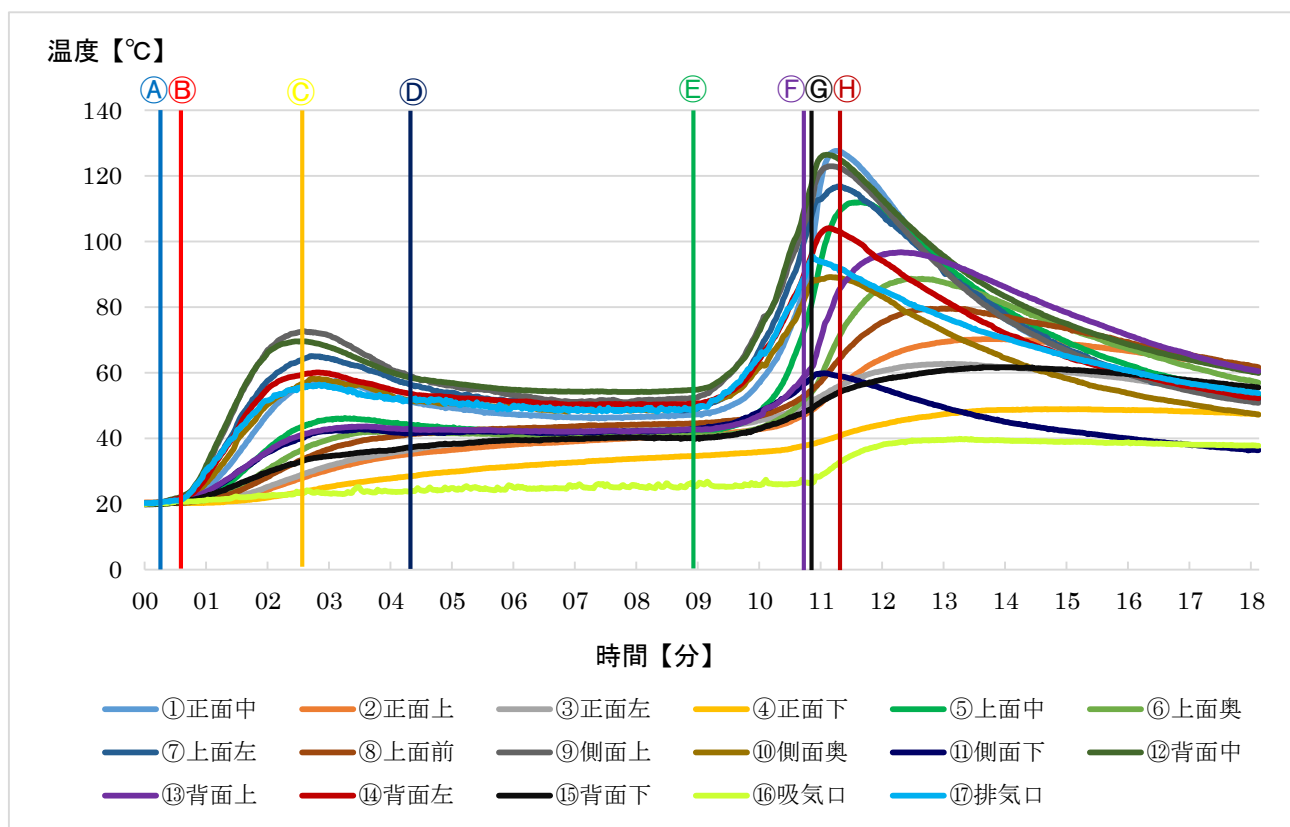
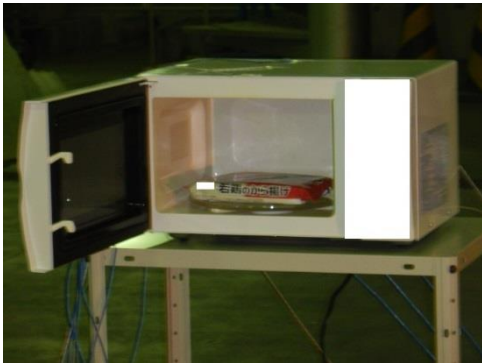


図4-3 冷凍食品燃焼実験温度推移

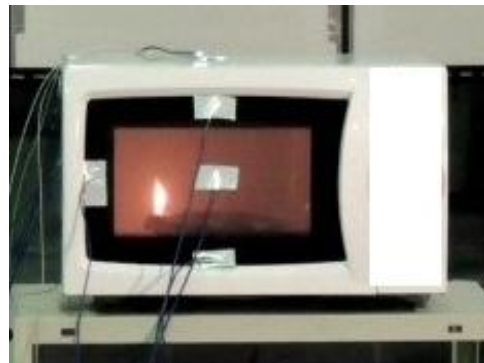
表4-2 冷凍食品燃焼実験の性状

加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ： 13秒	発煙（少量）
Ⓔ： 33秒	発火（アルミ蒸着包装）
Ⓒ： 2分34秒	72.7°C（側面上）に達する。
Ⓓ： 4分10秒	60.0°C以下に低下し、横ばいとなる。
Ⓔ： 8分59秒	アルミ蒸着包装から内部の合成樹脂製トレー及び唐揚げに延焼拡大し、温度が急上昇。
Ⓕ： 10分52秒	温度ヒューズ作動し、電子レンジ停止。

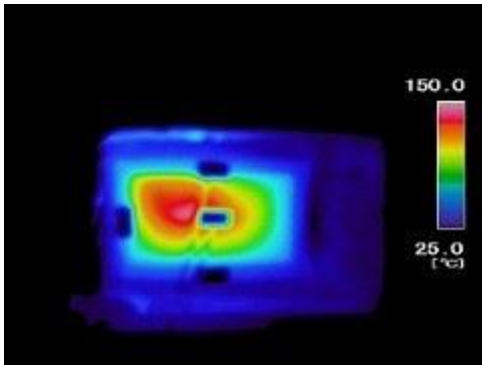
◎:	10分55秒	鎮火
⊕:	11分14秒	最高温度 127.6℃（正面中）に達する。 （部位ごとの最高温度：背面中 126.5℃、側面上 123.0℃） 最高温度到達後、温度は緩やかに低下。



(1) 実験前



(2) 発火時



(3) 最高温度測定時のサーモグラフィー



(4) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-4 冷凍食品燃焼実験状況

## 2. 焼き芋の燃焼実験結果

食品選定実験として焼き芋を用いた電子レンジ外装の温度推移を図4-5、加熱開始からの性状は表4-3となった。

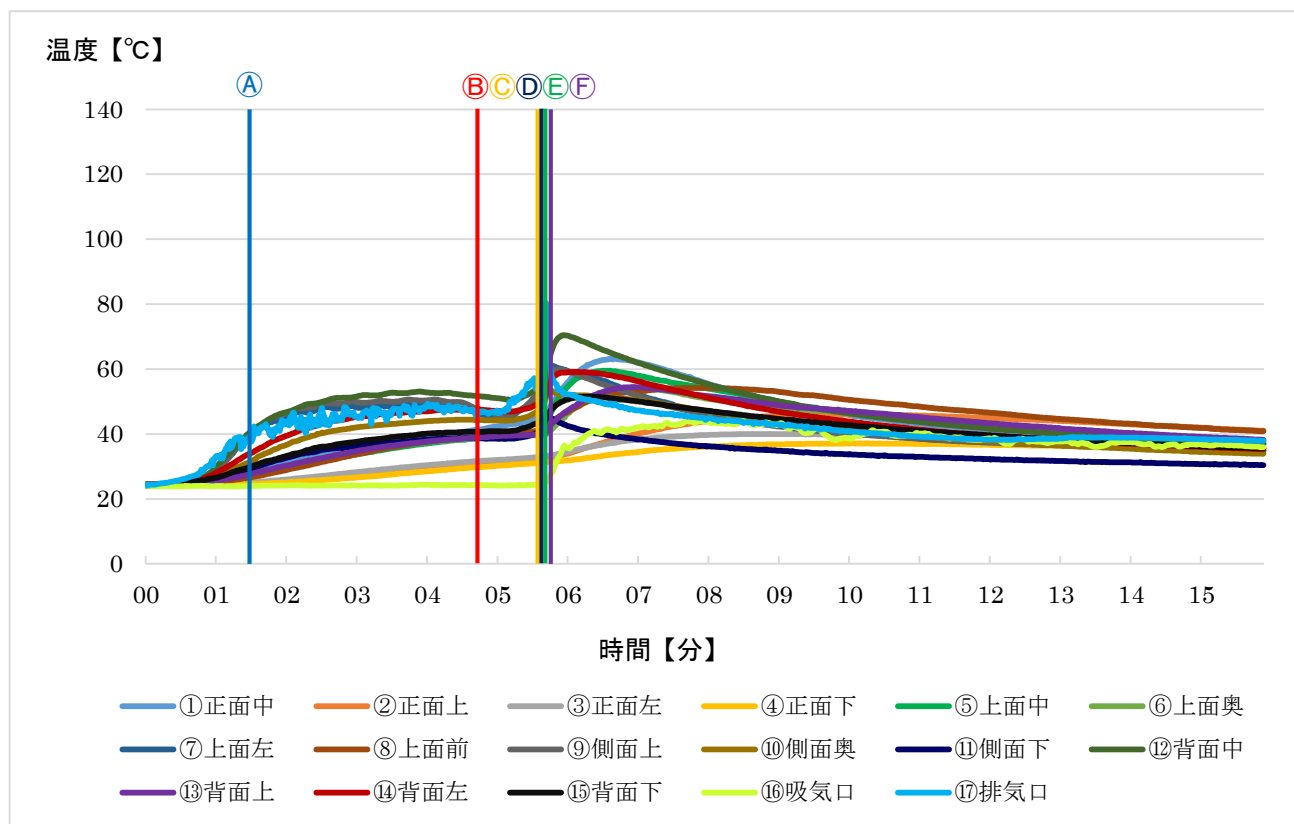


図4-5 焼き芋の燃焼実験温度推移

表4-3 焼き芋燃焼実験の性状

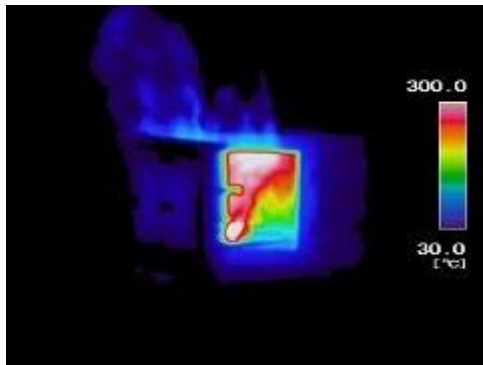
加熱開始からの時間	性状
Ⓐ: 1分27秒	40.1℃（背面中）に達し、その後、温度は緩やかに上昇。
Ⓑ: 4分50秒	発煙(多量)。発煙後、温度は緩やかに上昇、発火直前に排気口の温度が急上昇。
Ⓒ: 5分39秒	発火（爆燃）と同時に扉が開放（電子レンジ停止）し、庫外へ火炎噴出。
Ⓓ: 5分40秒	扉閉鎖
Ⓔ: 5分41秒	最高温度 80.3℃（排気口）に達する。 （部位ごとの最高温度：背面中 70.4℃、正面中 63.2℃）
Ⓕ: 5分43秒	鎮火。鎮火後、温度は緩やかに低下。



(1) 実験前



(2) 発火時



(3) 最高温度測定時のサーモグラフィー



(4) 実験後

※実験に用いた電子レンジは、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を加工処理しています。

図4-6 焼き芋の燃焼実験状況

### 3. 肉まんの燃焼実験結果

食品選定実験として肉まんを用いた電子レンジ外装の温度推移を図4-7、加熱開始からの性状は表4-4となった。

なお、上記の1~3の食品選定実験の結果、燃焼の継続性があることから、冷凍食品を以降の実験で使用する事とした。

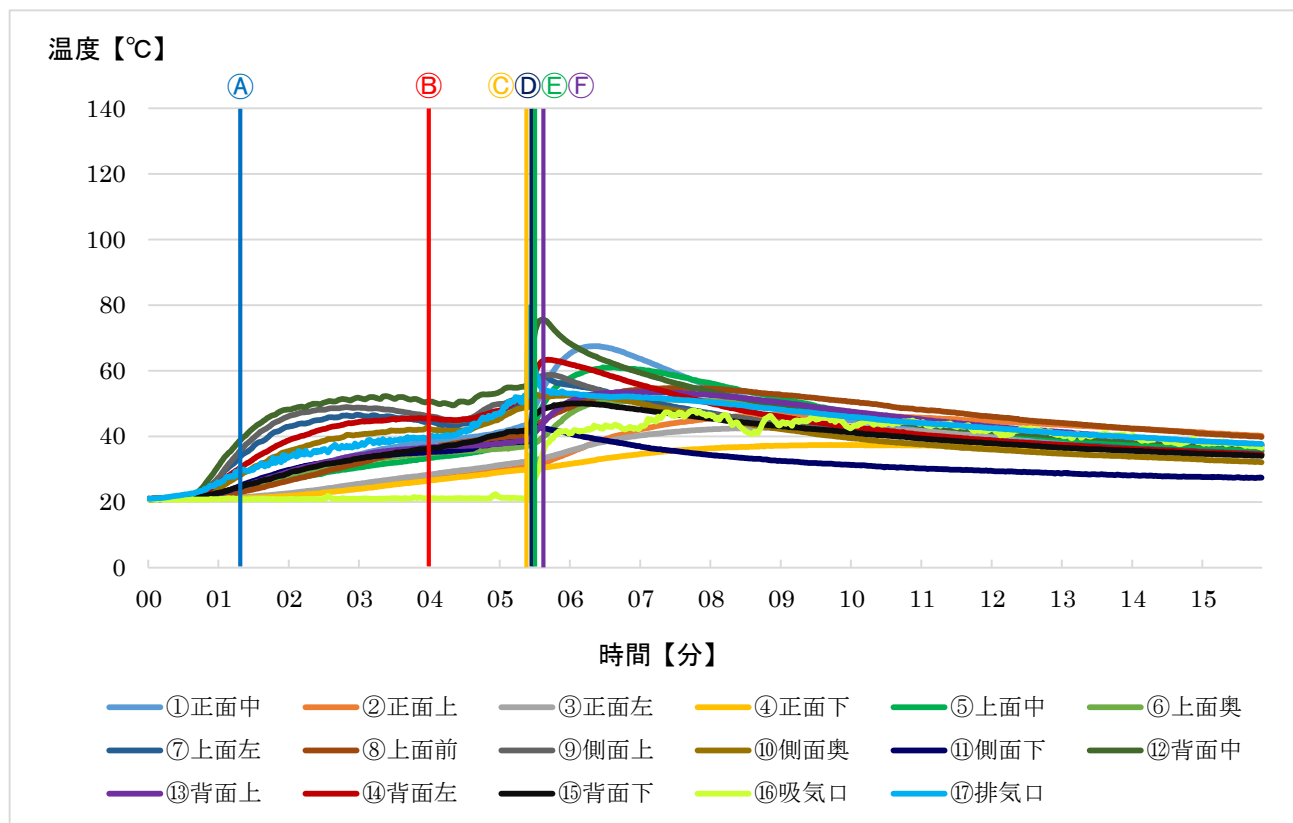


図4-7 肉まんの燃焼実験温度推移

表4-4 肉まんの燃焼実験の性状

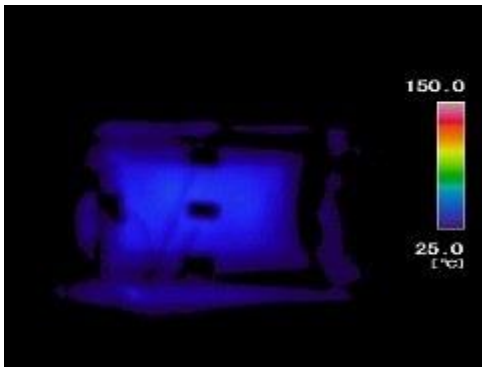
加熱開始からの時間	性状
Ⓐ: 1分22秒	40.1℃（背面中）に達し、その後、温度は上昇。
Ⓑ: 4分00秒	発煙(多量)。発煙後、温度は緩やかに上昇、発火直前に排気口の温度が急上昇。
Ⓒ: 5分24秒	最高温度 79.3℃（排気口）に達する。 (部位ごとの最高温度：背面中 75.6℃、正面中 67.5℃)
Ⓓ: 5分26秒	発火(爆燃)と同時に扉が開放(電子レンジ停止)し、庫外へ火炎噴出。
Ⓔ: 5分27秒	扉閉鎖
Ⓕ: 5分34秒	鎮火。鎮火後、温度は緩やかに低下。



(1) 実験前



(2) 発火時



(3) 最高温度測定時のサーモグラフィー



(4) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び肉まんは、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を加工処理しています。

図4-8 肉まんの燃焼実験状況

#### 4. 電子レンジ停止の検討実験結果（発火後 10 秒レンジ停止、発火後 300 秒扉開放）

電子レンジ停止の検討実験（発火後 10 秒レンジ停止、発火後 300 秒扉開放）の電子レンジ外装の温度推移は図 4-9、加熱開始からの性状は表 4-5 となった。

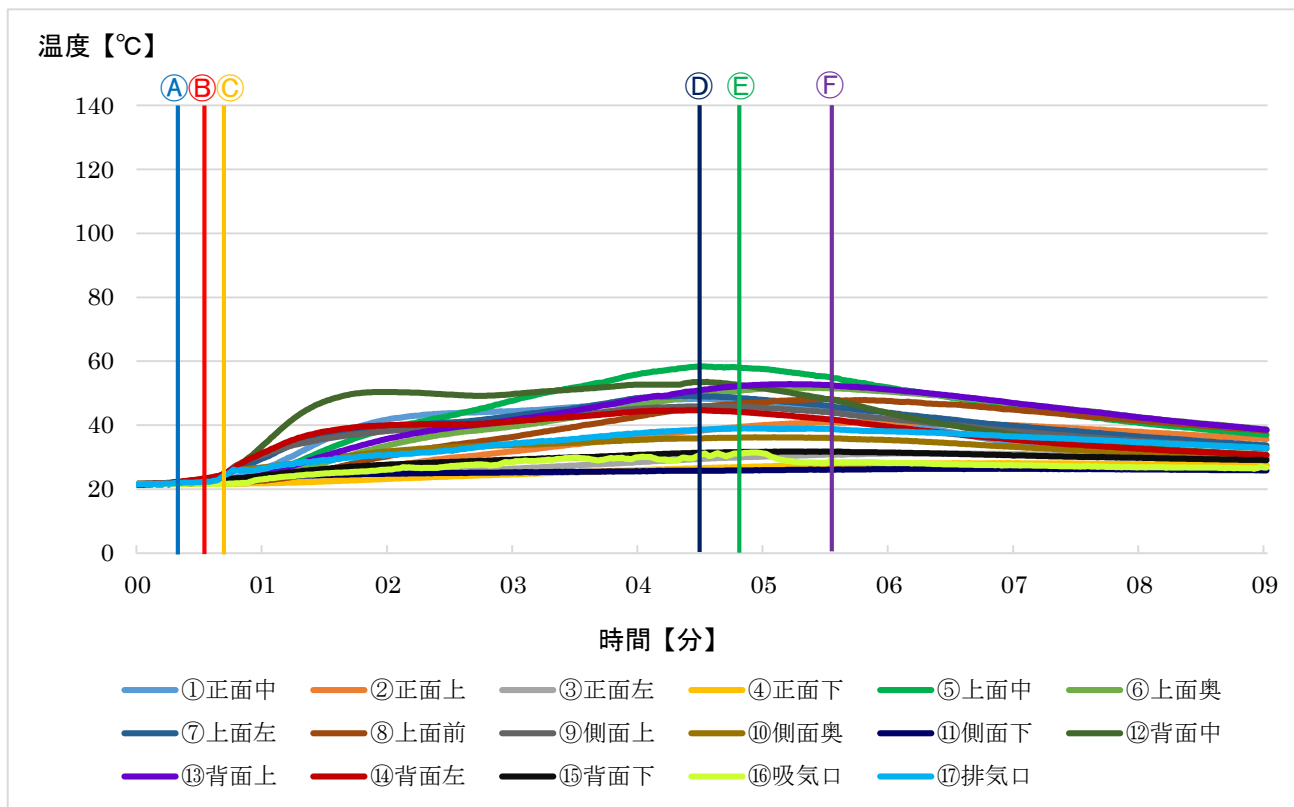


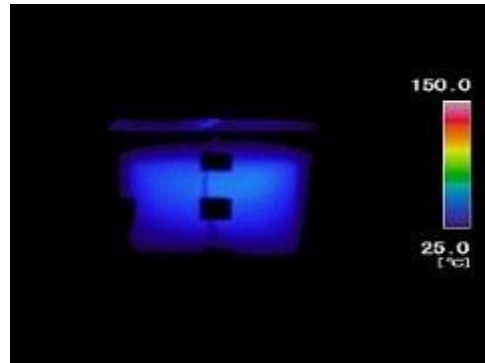
図 4-9 電子レンジ停止の検討実験（発火後 10 秒レンジ停止、発火後 300 秒扉開放）温度推移

表 4-5 電子レンジ停止の検討実験（発火後 10 秒レンジ停止、発火後 300 秒扉開放）の性状

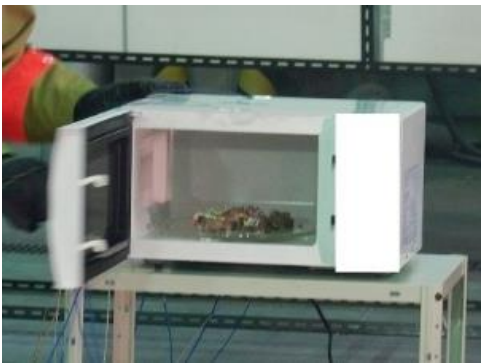
加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ： 17 秒	発煙
Ⓑ： 35 秒	発火
Ⓒ： 45 秒	電子レンジ停止。電子レンジ停止後、温度は緩やかに上昇。
Ⓓ： 4 分 29 秒	最高温度 58.4℃（上面中）に達する。
Ⓔ： 4 分 49 秒	鎮火。鎮火後、温度は緩やかに低下。
Ⓕ： 5 分 35 秒	扉開放。扉開放後、温度は緩やかに低下。



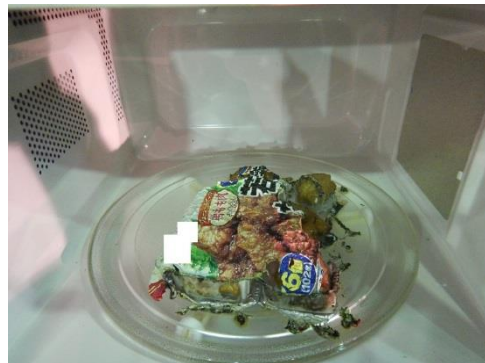
(1) 発火時



(2) 最高温度測定時のサーモグラフィー



(3) 扉開放時



(4) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-10 電子レンジ停止の検討実験（発火後10秒レンジ停止、発火後300秒扉開放）状況



## 5. 電子レンジ停止の検討実験結果（発火後 300 秒レンジ停止、発火後 300 秒扉開放）

電子レンジ停止の検討実験（発火後 300 秒レンジ停止、発火後 300 秒扉開放）の電子レンジ外装の温度推移は図 4 - 1 1、加熱開始からの性状は表 4 - 6 となった。

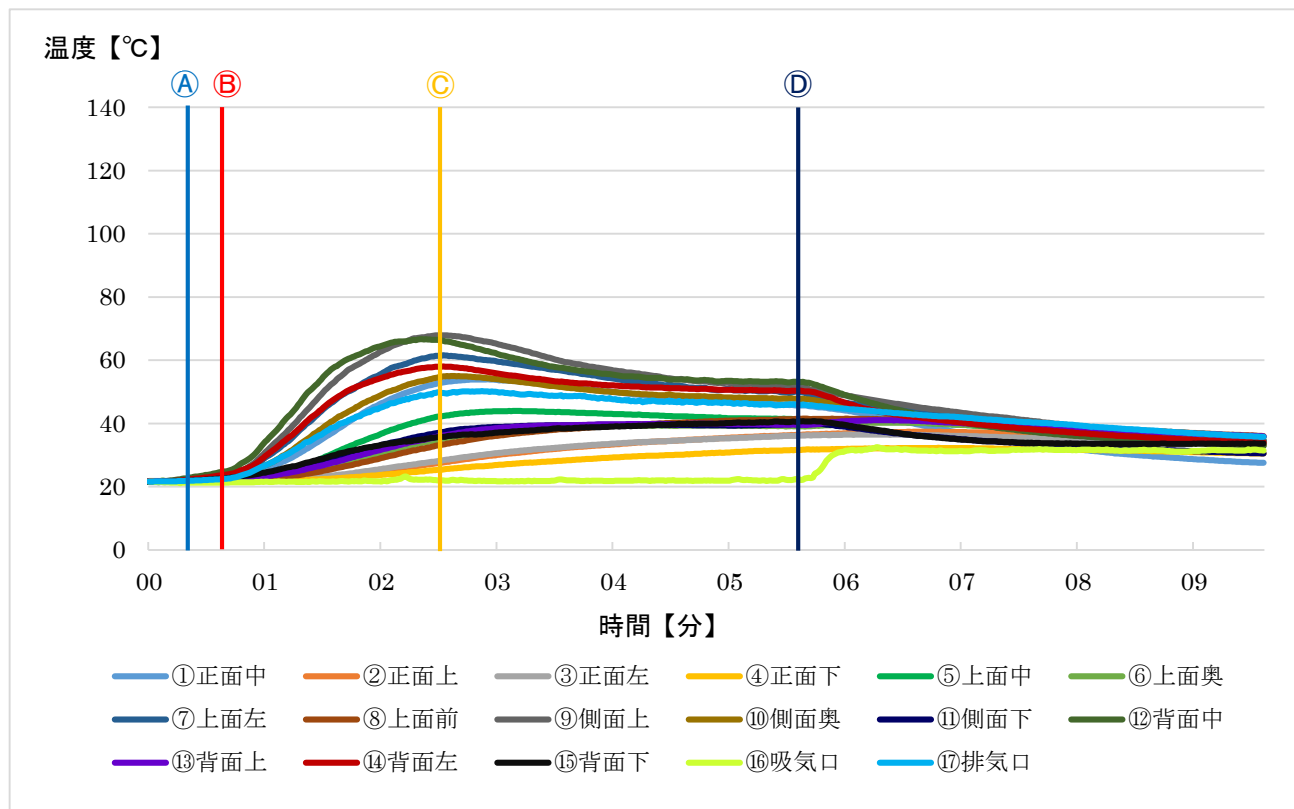


図 4 - 1 1 電子レンジ停止の検討実験（発火後 300 秒レンジ停止、発火後 300 秒扉開放）温度推移

表 4 - 6 電子レンジ停止の検討実験（発火後 300 秒レンジ停止、発火後 300 秒扉開放）の性状

加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ： 23 秒	発煙
Ⓑ： 40 秒	発火。発火後、温度は急上昇。
Ⓒ： 2 分 28 秒	最高温度 67.9°C（側面上）に達する。最高温度到達後、温度は緩やかに低下。
Ⓓ： 5 分 40 秒	扉開放と同時に鎮火。鎮火後、温度は緩やかに低下。



(1) 発火時



(2) 最高温度測定時のサーモグラフィー



(3) 扉開放時



(4) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-1-2 電子レンジ停止の検討実験（発火後300秒レンジ停止、発火後300秒扉開放）状況

## 6. 扉の開放の検討実験結果（発火後 60 秒で扉開放）

扉の開放の検討実験（発火後 60 秒で扉開放）の電子レンジ外装の温度推移は図 4-13、加熱開始からの性状は表 4-7 となった。

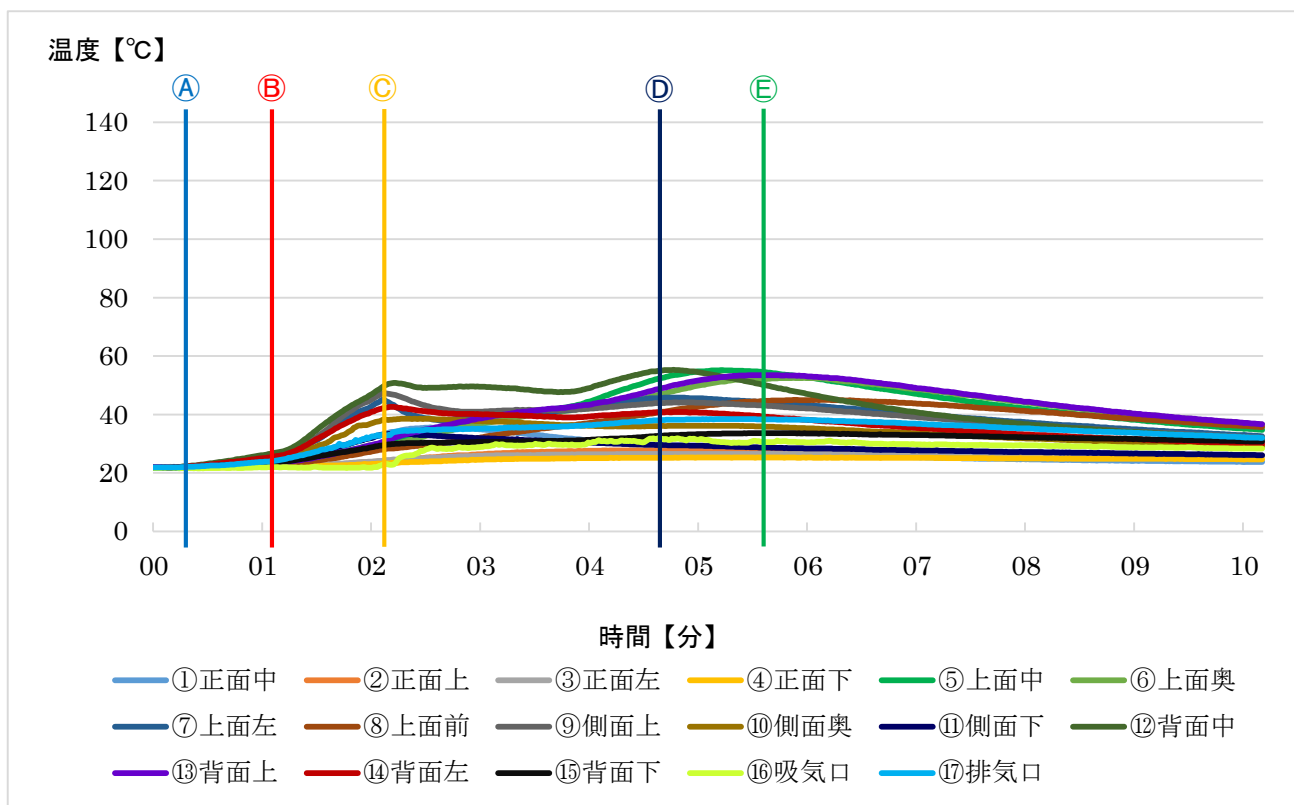


図 4-13 扉の開放の検討実験（発火後 60 秒で扉開放）温度推移

表 4-7 扉の開放の検討実験（発火後 60 秒で扉開放）の性状

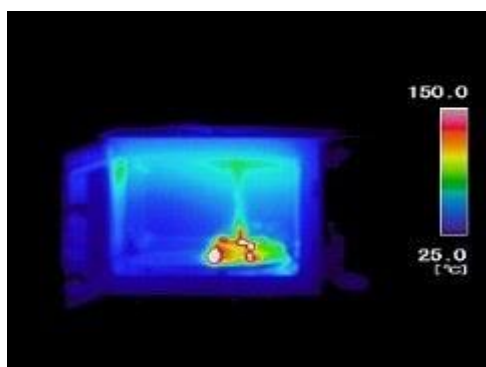
加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ： 23 秒	発煙
Ⓑ： 1 分 07 秒	発火。発火後、温度は急上昇。
Ⓒ： 2 分 07 秒	扉開放（電子レンジ停止）。扉開放後、庫内の燃焼は継続し、温度は横ばい。
Ⓓ： 4 分 46 秒	最高温度 55.3°C（背面中）に達する。
Ⓔ： 5 分 40 秒	鎮火。鎮火後、温度は緩やかに低下。



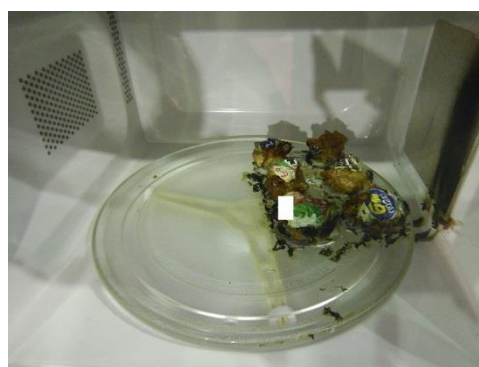
(1) 発火時



(2) 扉開放時



(3) 最高温度測定時のサーモグラフィー



(4) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-14 扉の開放の検討実験（発火後60秒で扉開放）状況

## 7. 扉の開放の検討実験結果（発火後 120 秒で扉開放）

扉の開放の検討実験（発火後 120 秒で扉開放）の電子レンジ外装の温度推移は図 4-15、加熱開始からの性状は表 4-8 となった。

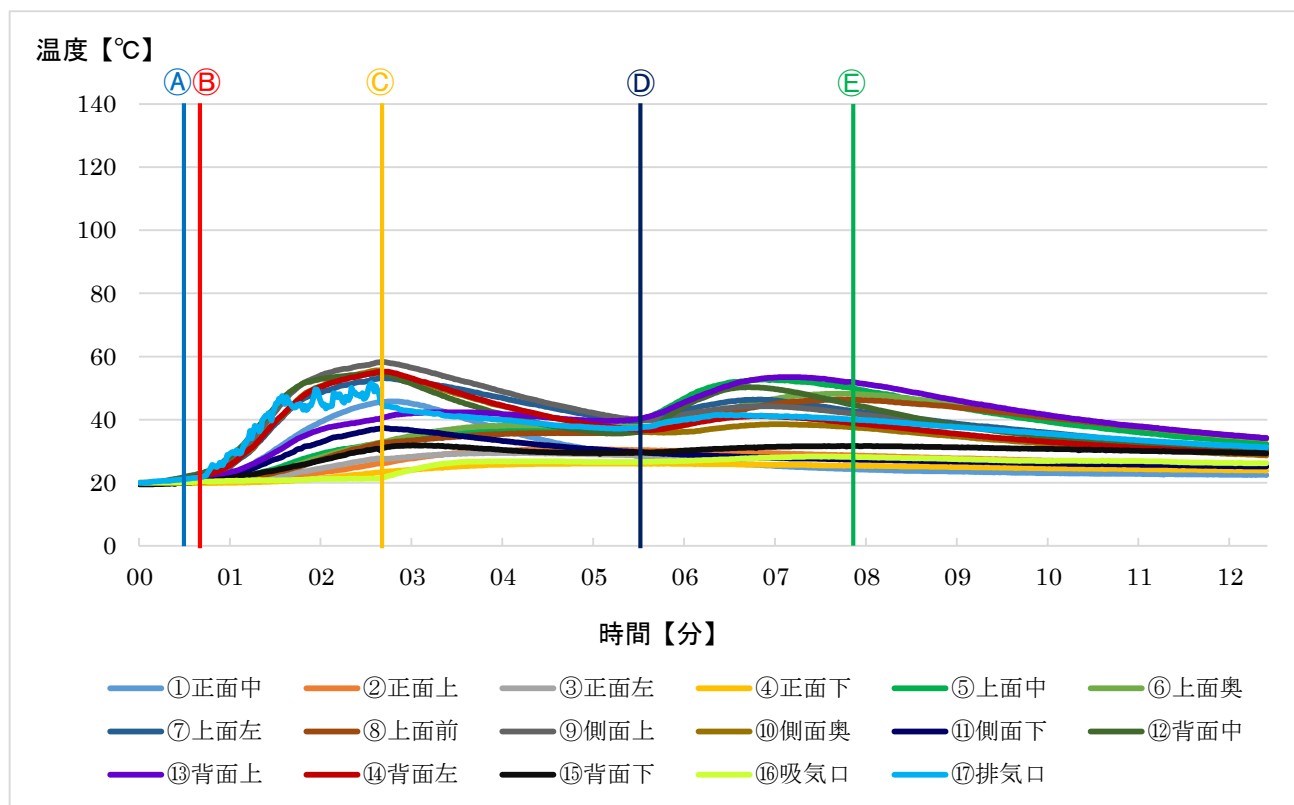


図 4-15 扉の開放の検討実験（発火後 120 秒で扉開放）温度推移

表 4-8 扉の開放の検討実験（発火後 120 秒で扉開放）の性状

加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ： 30 秒	発煙
Ⓑ： 39 秒	発火。発火後、温度は急上昇。
Ⓒ： 2 分 39 秒	扉開放（電子レンジ停止）。最高温度 58.2℃（側面上）に達する。扉開放後、庫内の燃焼は継続し、温度は緩やかに低下。
Ⓓ： 5 分 30 秒	再度温度上昇開始。
Ⓔ： 7 分 53 秒	鎮火。鎮火後、温度は緩やかに低下。



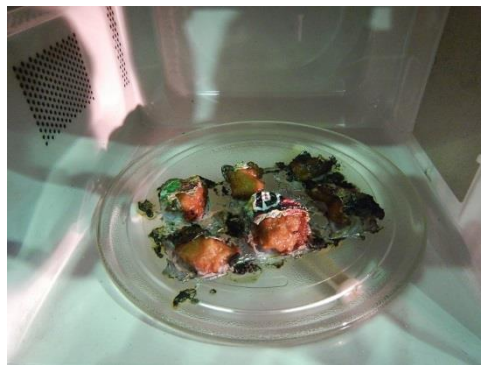
(1) 発火時



(2) 扉開放時



(3) 最高温度測定時のサーモグラフィー



(4) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-16 扉の開放の検討実験（出火後120秒で扉開放）状況

### 8. 消火器による正面への消火実験結果（1回目）

消火器による正面への消火実験（1回目）の電子レンジ外装の温度推移は図4-17、加熱開始からの性状は表4-9となった。

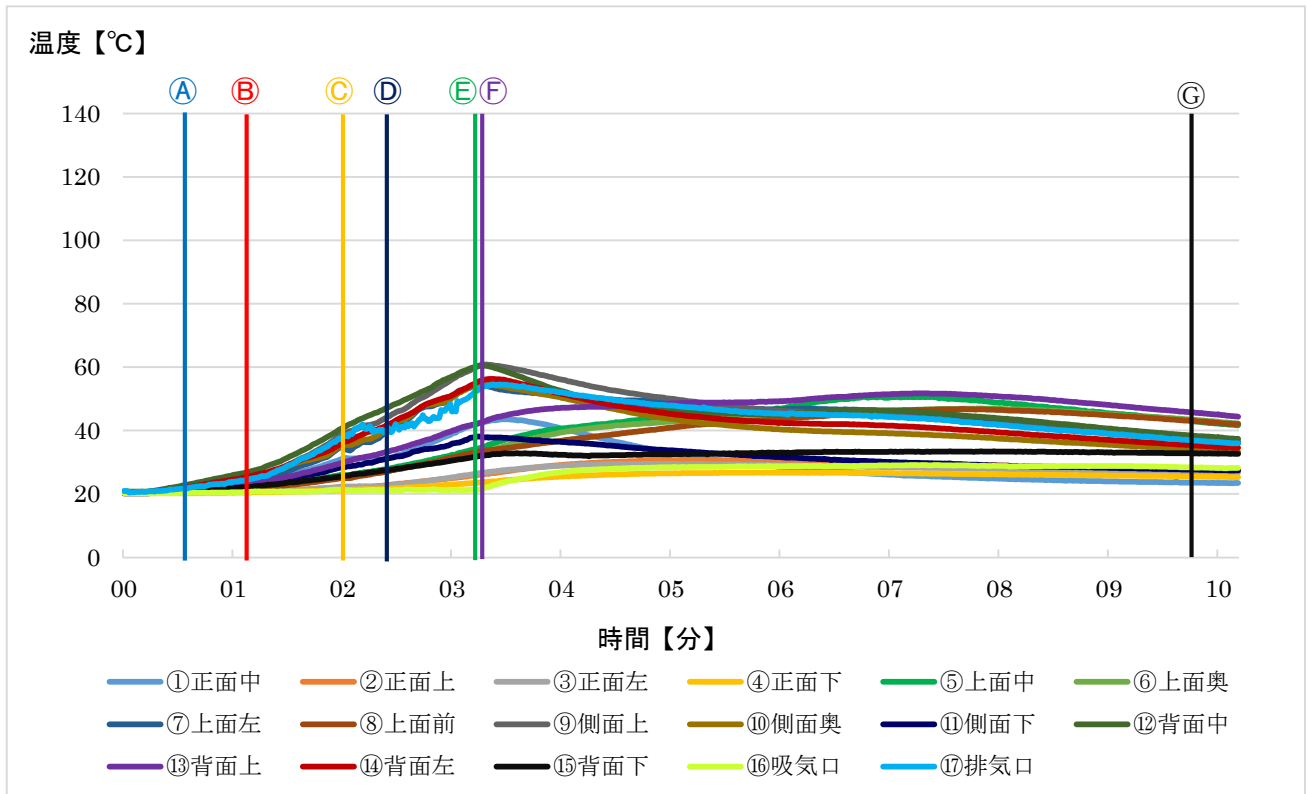


図4-17 消火器による正面への消火実験（1回目）温度推移

表4-9 消火器による正面への消火実験（1回目）の性状

加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ： 36秒	発煙
Ⓑ： 1分06秒	発火。発火後、庫内の燃焼は継続し、温度は上昇。
Ⓒ： 2分00秒	消火開始
Ⓓ： 2分20秒	消火終了。消火器による庫内の消火は不能。消火終了後も庫内の燃焼は継続し、温度は上昇。冷凍食品の燃焼実験と比較すると、消火中の外装の平均温度は11.6℃低下（42.1℃→30.5℃）。
Ⓔ： 3分14秒	電子レンジ停止

Ⓔ:	3分17秒	最高温度 60.8℃（側面上）に達する。庫内の燃焼は継続し、温度は緩やかに低下。
Ⓕ:	9分47秒	鎮火。鎮火後、温度は緩やかに低下。



(1) 発火時



(2) 消火開始時



(3) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-18 消火器による正面への消火実験（1回目）状況



## 9. 消火器による正面への消火実験結果（2回目）

消火器による正面への消火実験（2回目）の電子レンジ外装の温度推移は図4-19、加熱開始からの性状は表4-10となった。

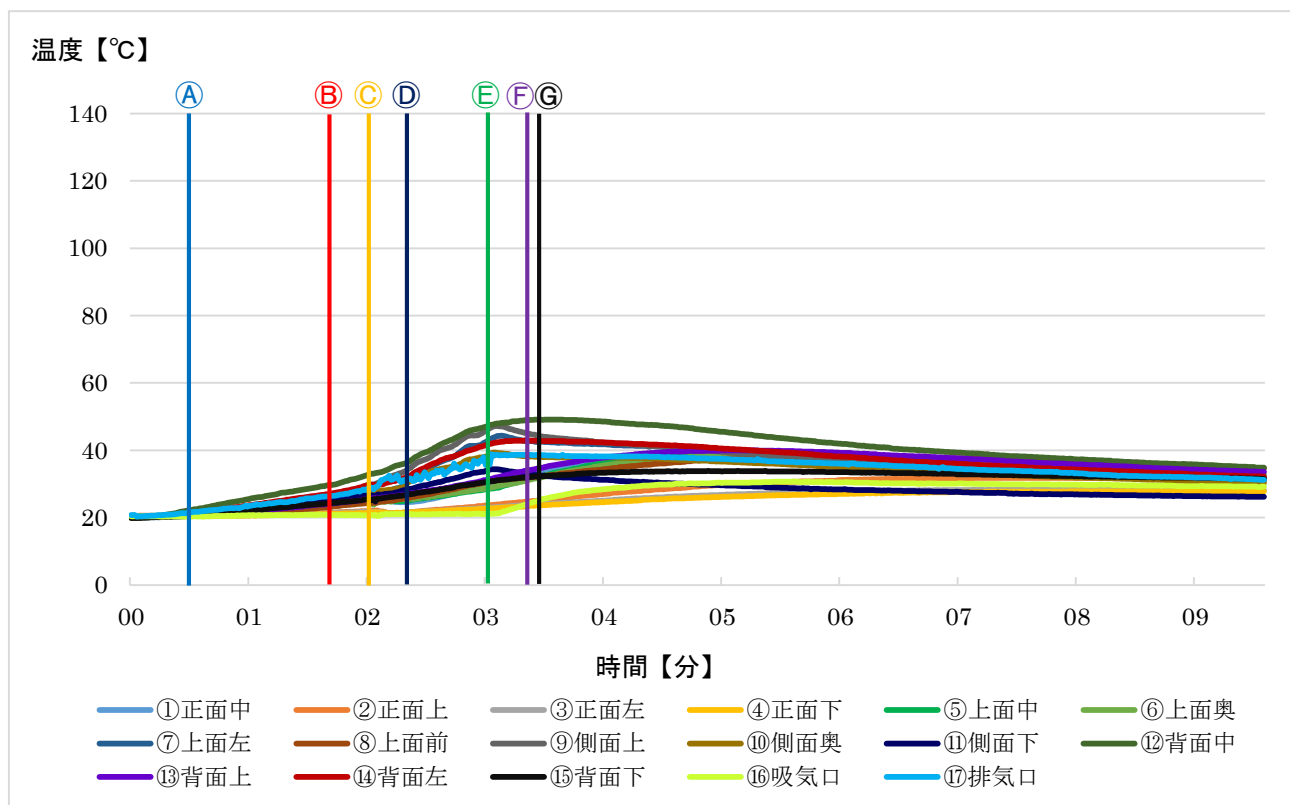
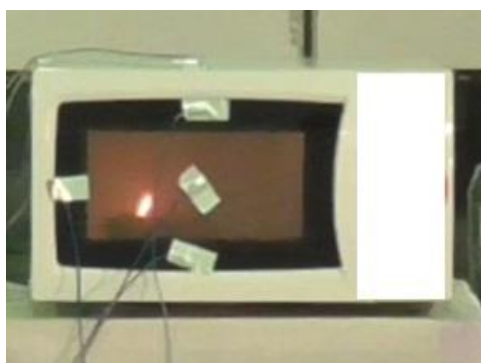


図4-19 消火器による正面への消火実験（2回目）温度推移

表4-10 消火器による正面への消火実験（2回目）の性状

加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ： 30秒	発煙
Ⓑ： 1分43秒	発火。発火後、庫内の燃焼は継続し、温度は上昇。
Ⓒ： 2分00秒	消火開始
Ⓓ： 2分20秒	消火終了。消火器による庫内の消火は不能。消火終了後も庫内の燃焼は継続し、温度は上昇。冷凍食品の燃焼実験と比較すると、消火中の外装の平均温度は15.7℃低下（42.1℃→26.4℃）。
Ⓔ： 3分01秒	電子レンジ停止

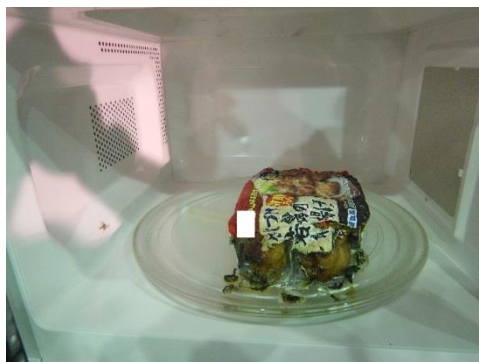
Ⓔ:	3分19秒	鎮火
Ⓒ:	3分25秒	最高温度 49.1℃（背面中）に達する。最高温度到達後、温度は緩やかに低下。



(1) 発火時



(2) 消火開始時



(3) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-20 消火器による正面への消火実験（2回目）状況

10. 消火器による正面への消火実験結果（3回目）

消火器による正面への消火実験（3回目）の電子レンジ外装の温度推移は図4-21、加熱開始からの性状は表4-11となった。

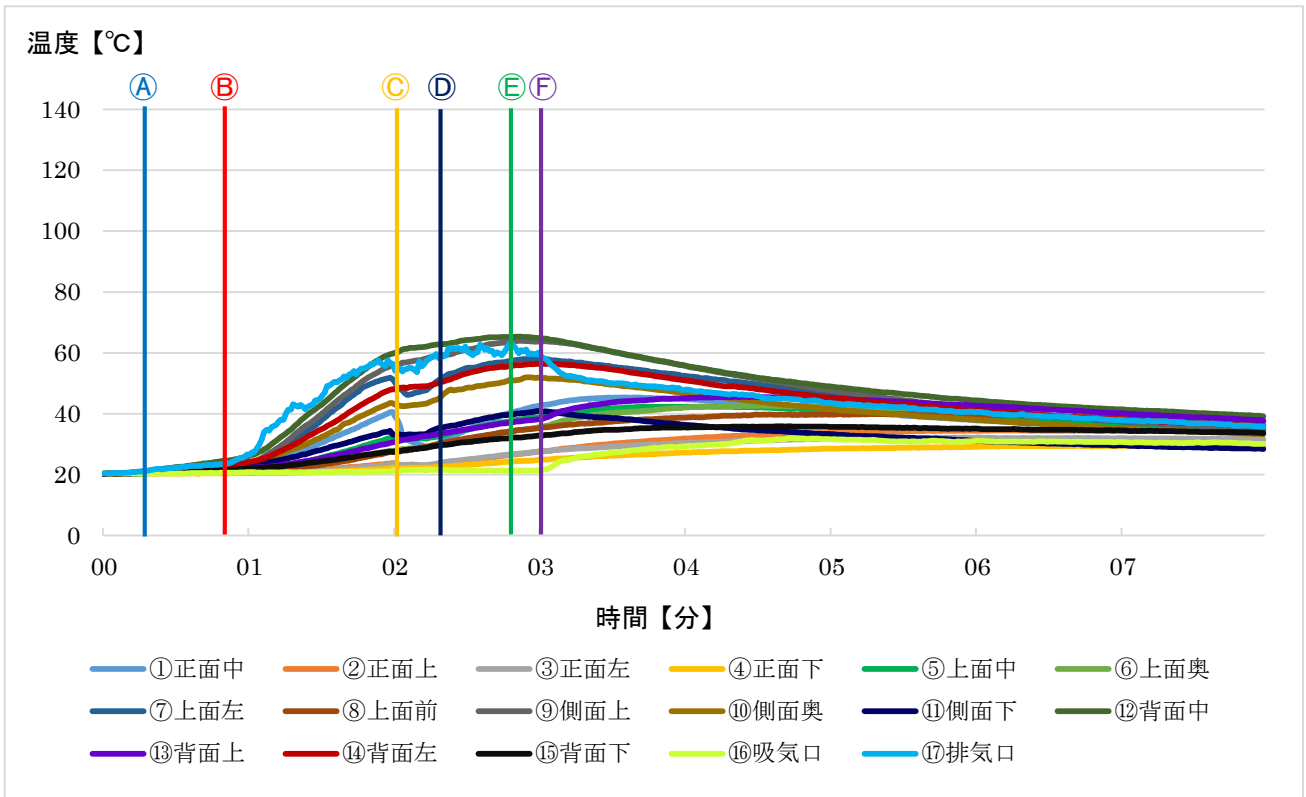


図4-21 消火器による正面への消火実験（3回目）温度推移

表4-11 消火器による正面への消火実験（3回目）の性状

加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ： 15秒	発煙
Ⓑ： 52秒	発火。発火後、庫内の燃焼は継続し、温度は上昇。
Ⓒ： 2分00秒	消火開始
Ⓓ： 2分20秒	消火終了。消火器による庫内の消火は不能。消火終了後も庫内の燃焼は継続し、温度は緩やかに上昇。冷凍食品の燃焼実験と比較すると、消火中の外装の平均温度は5.5℃低下（42.1℃→36.6℃）。
Ⓔ： 2分50秒	最高温度65.3℃（背面中）に達する。
Ⓕ： 3分01秒	電子レンジ停止、直後に鎮火。鎮火後、温度は緩やかに低下。



(1) 発火時



(2) 消火開始時



(3) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-22 消火器による正面への消火実験(3回目)状況

## 11. 消火器による排気口への消火実験結果

消火器による排気口への消火実験の電子レンジ外装の温度推移は図4-23、加熱開始からの性状は表4-12となった。

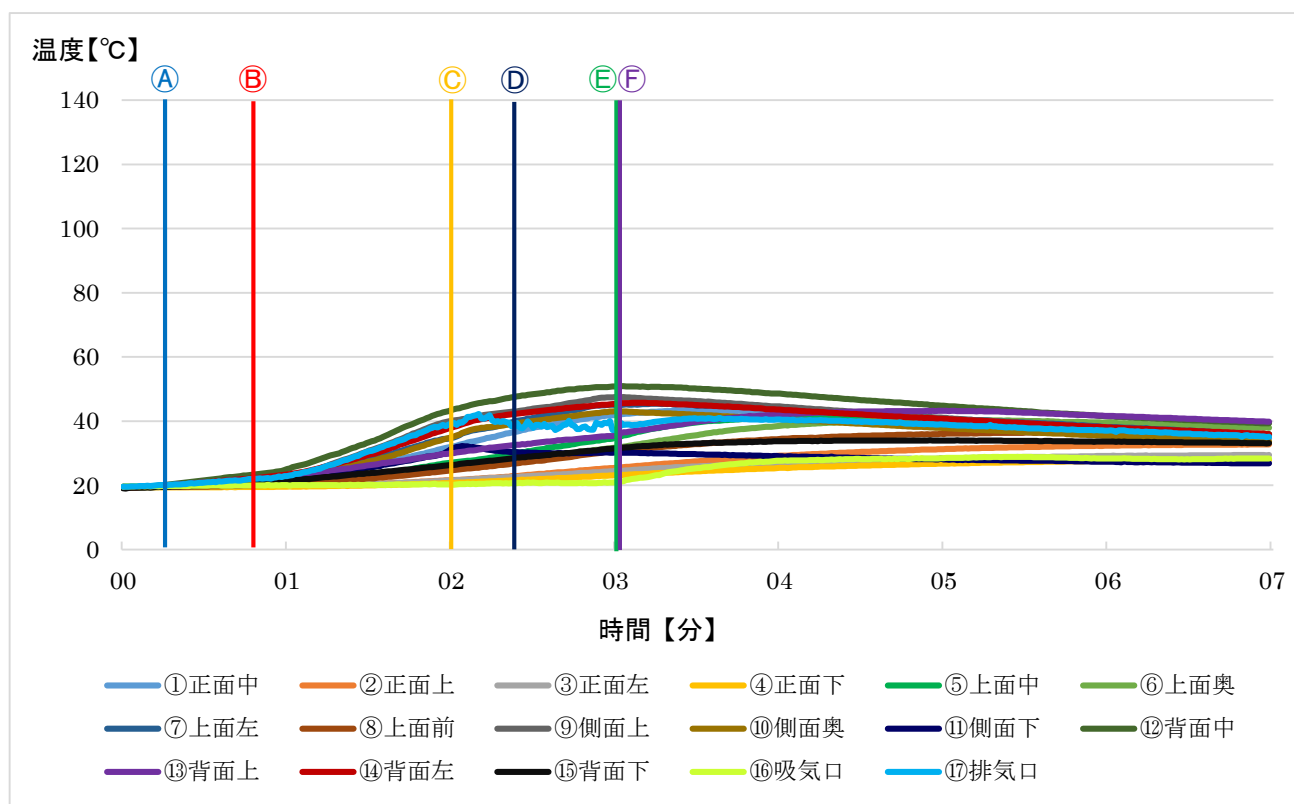
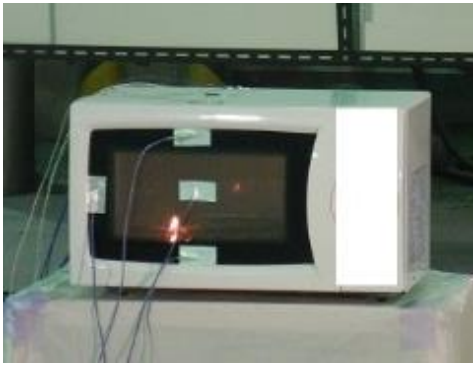


図4-23 消火器による排気口への消火実験温度推移

表4-12 消火器による排気口への消火実験の性状

加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ： 16秒	発煙
Ⓑ： 53秒	発火。発火後、庫内の燃焼は継続し、温度は上昇。
Ⓒ： 2分00秒	消火開始
Ⓓ： 2分20秒	消火終了。消火器による庫内の消火は不能。消火終了後も庫内の燃焼は継続し、温度は緩やかに上昇。冷凍食品の燃焼実験と比較すると、消火中の外装の平均温度は10.9°C低下(42.1°C→31.2°C)。
Ⓔ： 3分00秒	電子レンジ停止、直後に鎮火。
Ⓕ： 3分02秒	最高温度50.9°C(背面中)に達する。最高温度到達後、温度は緩やかに低下。



(1) 発火時



(2) 消火開始時



(3) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-24 消火器による排気口への消火実験状況

## 12. 消火器による吸気口への消火実験結果

消火器による吸気口への消火実験の電子レンジ外装の温度推移は図4-25、加熱開始からの性状は表4-13となった。

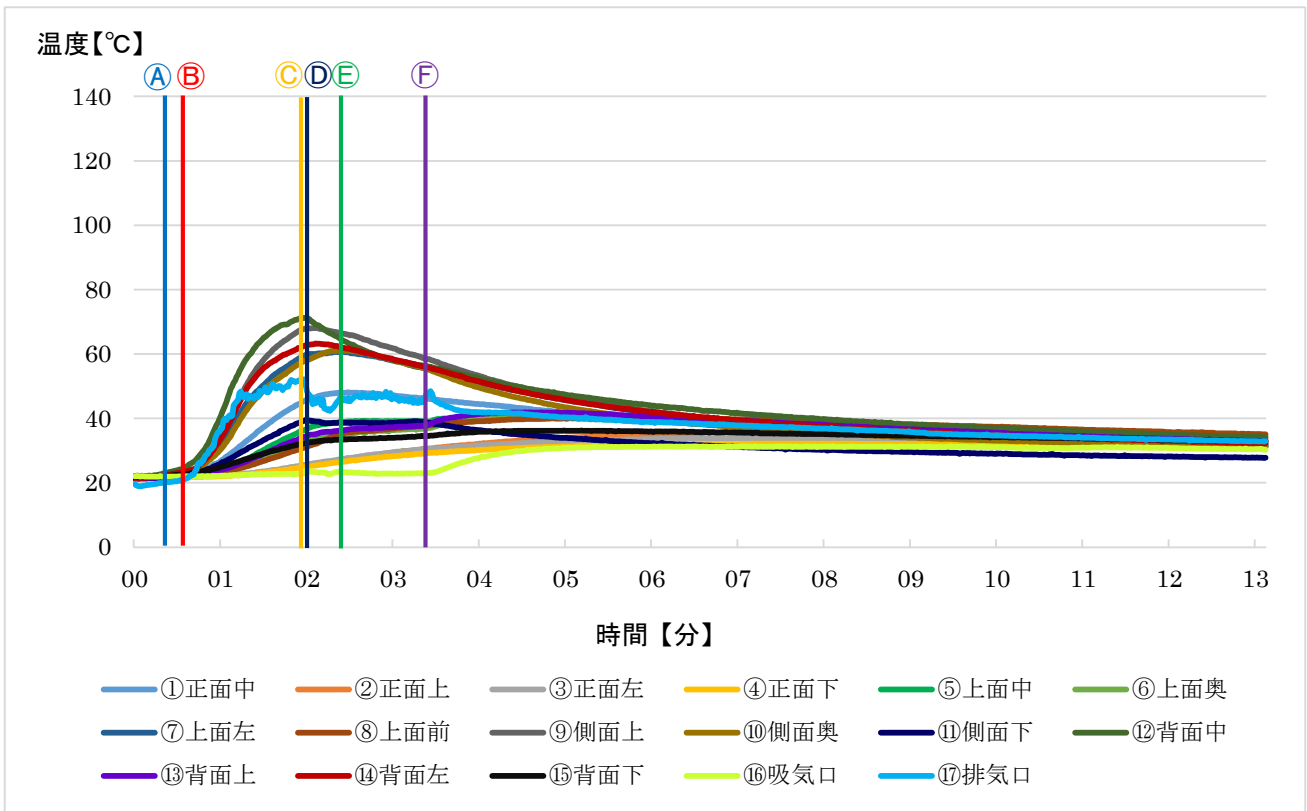


図4-25 消火器による吸気口への消火実験温度推移

表4-13 消火器による吸気口への消火実験の性状

加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ： 21秒	発煙
Ⓑ： 34秒	発火。発火後、庫内の燃焼は継続し、温度は急上昇。
Ⓒ： 1分58秒	最高温度71.2℃（背面中）に達する。
Ⓓ： 2分00秒	消火開始
Ⓔ： 2分20秒	消火終了。消火器による庫内の消火は不能。消火終了後も庫内の燃焼は継続し、温度は緩やかに低下。冷凍食品の燃焼実験と比較すると、消火中の外装の平均温度は0.5℃上昇（42.1℃→42.6℃）。
Ⓕ： 3分23秒	電子レンジ停止、直後に鎮火。鎮火後、温度は緩やかに低下。



(1) 発火時



(2) 消火開始時



(3) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-26 消火器による吸気口への消火実験状況



### 13. 散水による正面への消火実験結果（1回目）

散水による正面への消火実験（1回目）の電子レンジ外装の温度推移は図4-27、加熱開始からの性状は表4-14となった。

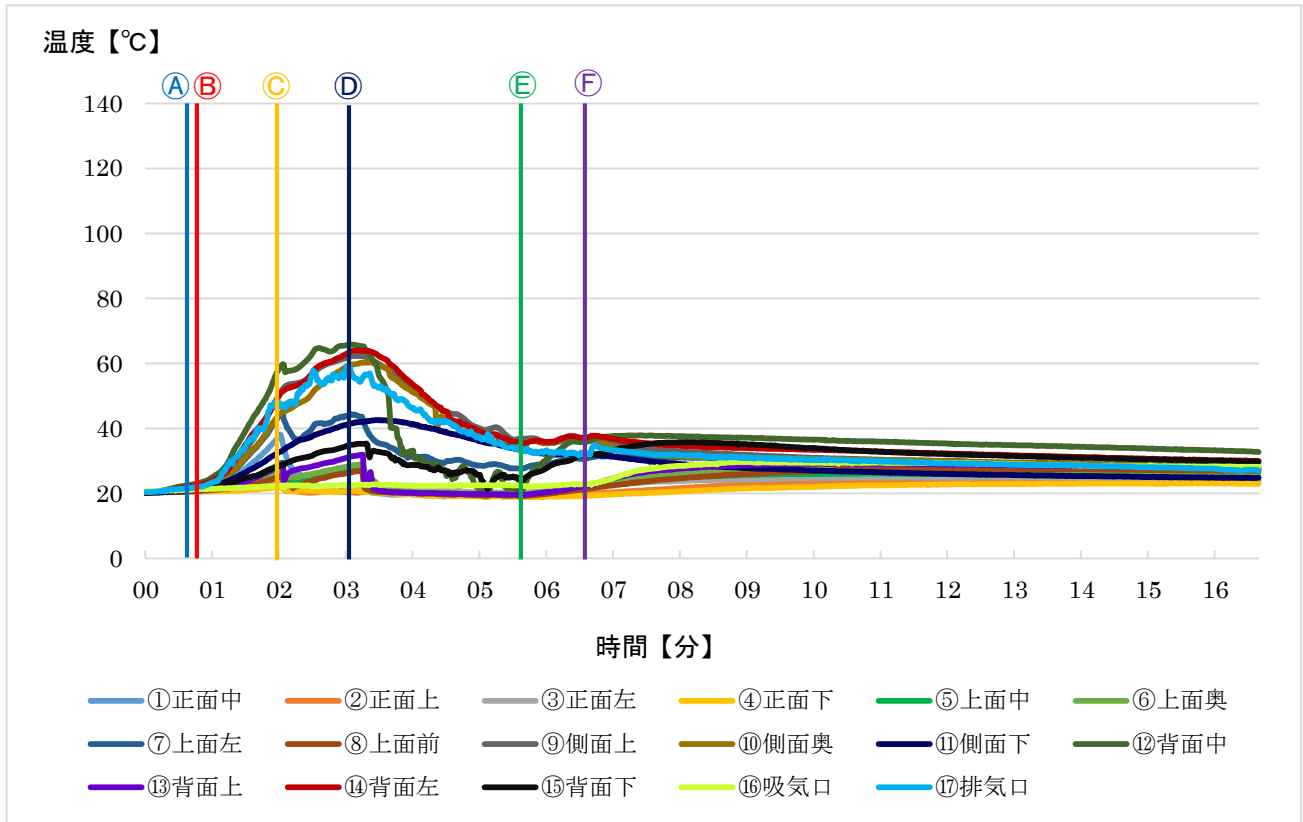
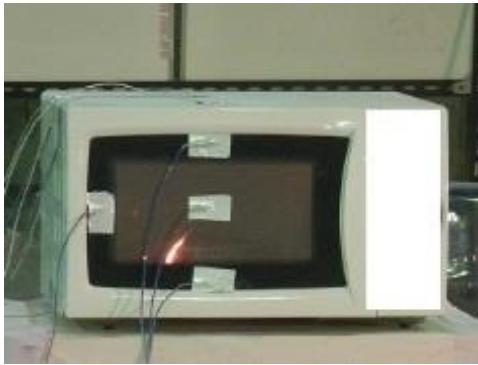


図4-27 散水による正面への消火実験（1回目）温度推移

表4-14 散水による正面への消火実験（1回目）の性状

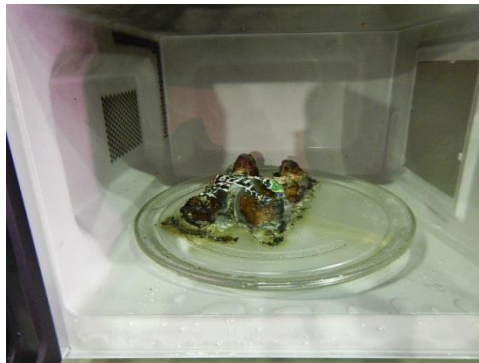
加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ： 43秒	発煙
Ⓑ： 50秒	発火。発火後、庫内の燃焼は継続し、温度は急上昇。
Ⓒ： 2分00秒	消火開始（計24ℓ）
Ⓓ： 3分04秒	最高温度65.8℃（背面中）に達する。
Ⓔ： 5分36秒	消火終了。散水による庫内の消火は不能。消火終了後も庫内の燃焼は継続し、温度は緩やかに低下。冷凍食品の燃焼実験と比較すると、消火中の外装の平均温度は13.0℃低下（44.6℃→31.6℃）。
Ⓕ： 6分38秒	電子レンジ停止、直後に鎮火。鎮火後、温度は緩やかに低下。



(1) 発火時



(2) 消火開始時



(3) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-28 散水による正面への消火実験(1回目)状況

#### 14. 散水による正面への消火実験結果（2回目）

散水による正面への消火実験（2回目）の電子レンジ外装の温度推移は図4-29、加熱開始からの性状は表4-15となった。

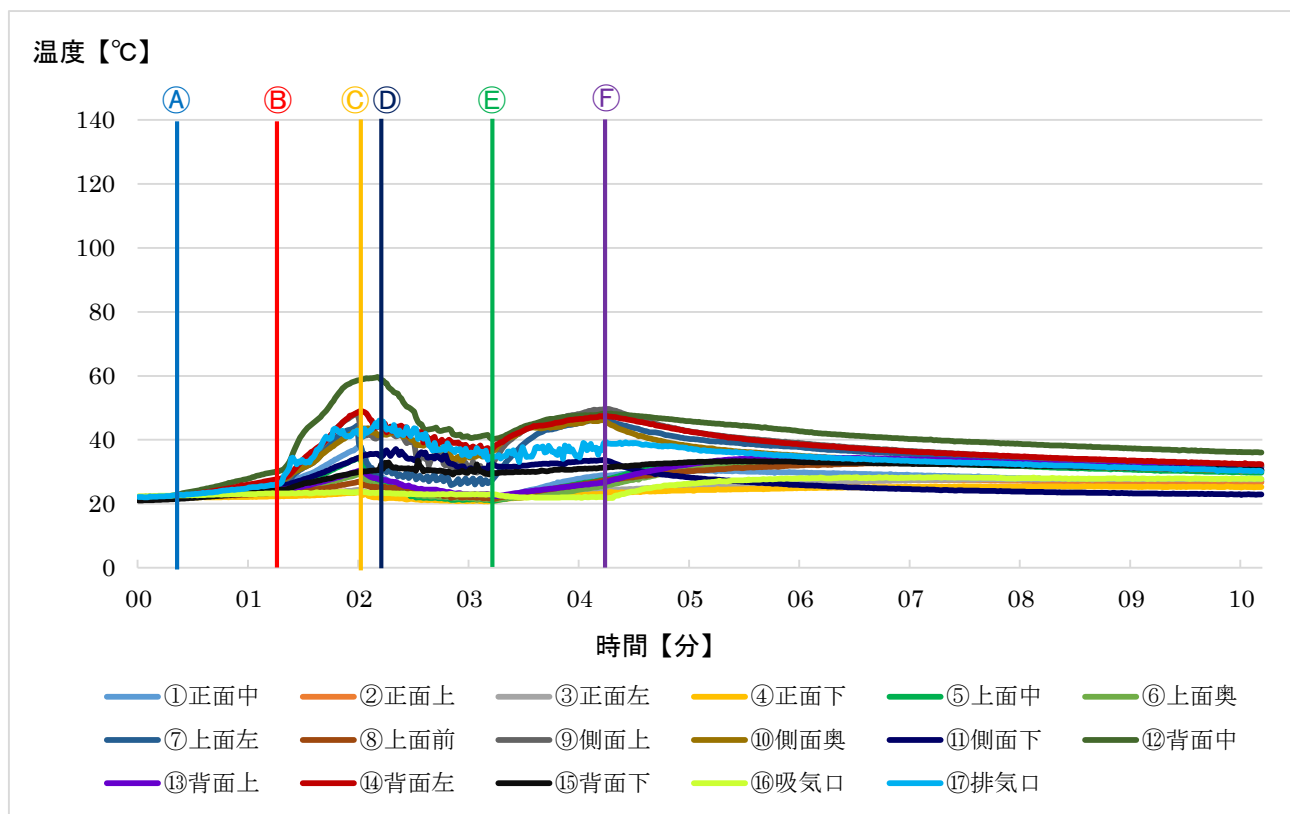


図4-29 散水による正面への消火実験（2回目）温度推移

表4-15 散水による正面への消火実験（2回目）の性状

加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ： 20秒	発煙
Ⓑ： 1分17秒	発火。発火後、庫内の燃焼は継続し、温度は急上昇。
Ⓒ： 2分00秒	消火開始（計8ℓ）
Ⓓ： 2分10秒	最高温度 59.7℃（背面中）に達する。最高温度到達後、温度は緩やかに低下。
Ⓔ： 3分12秒	消火終了。散水による庫内の消火は不能。消火終了後も庫内の燃焼は継続し、温度は緩やかに上昇。冷凍食品の燃焼実験と比較すると、消火中の外装の平均温度は 14.8℃低下（44.6℃→29.8℃）。
Ⓕ： 4分12秒	電子レンジ停止、直後に鎮火。鎮火後、温度は緩やかに低下。



(1) 発火時



(2) 消火開始時



(3) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-30 散水による正面への消火実験(2回目)状況

### 15. 散水による正面への消火実験結果（3回目）

散水による正面への消火実験（3回目）の電子レンジ外装の温度推移は図4-31、加熱開始からの性状は表4-16となった。

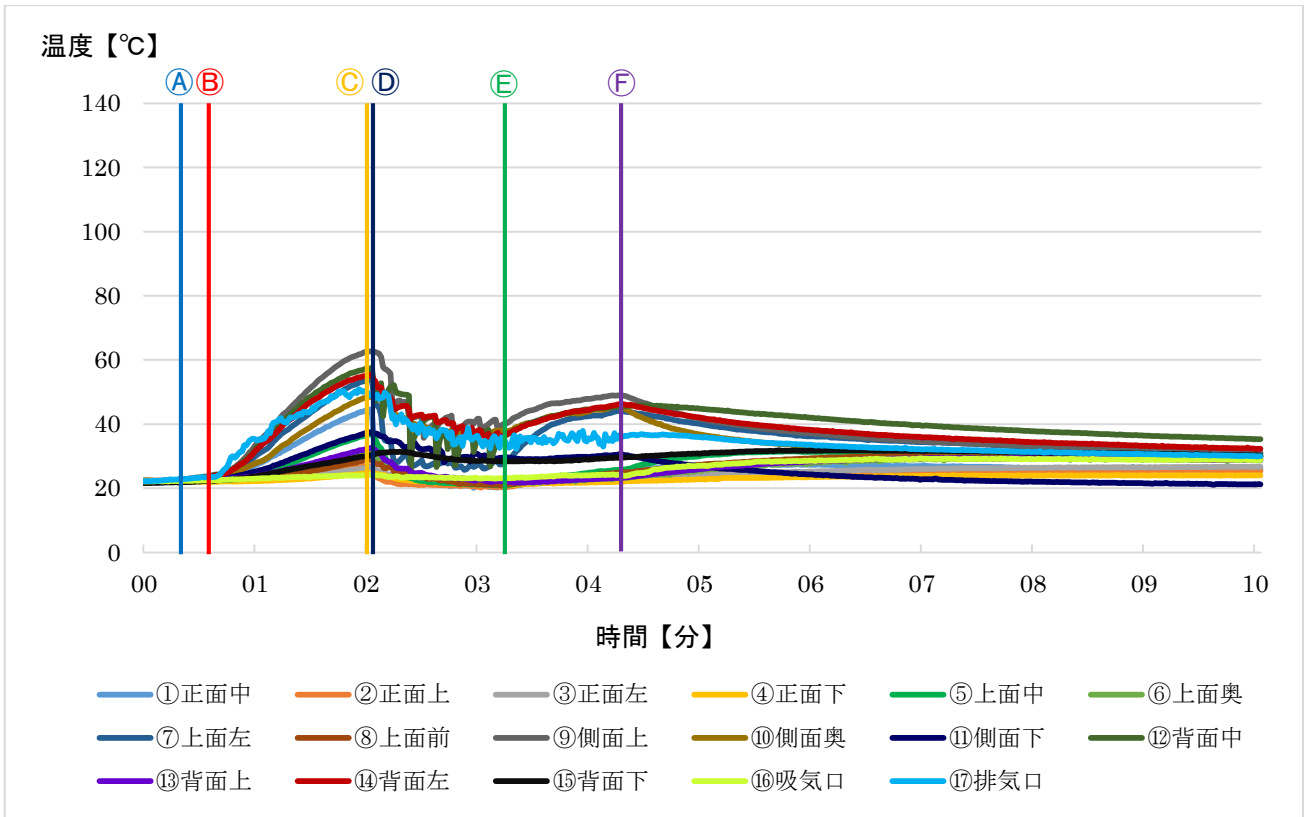
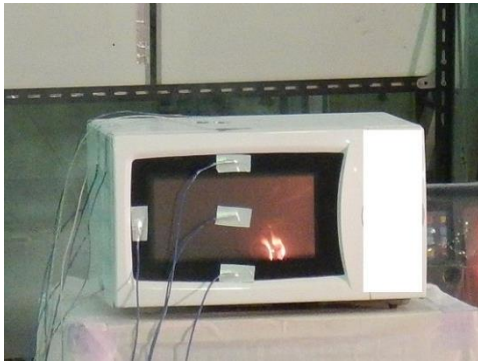


図4-31 散水による正面への消火実験（3回目）温度推移

表4-16 散水による正面への消火実験（3回目）の性状

加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ： 23秒	発煙
Ⓑ： 37秒	発火。発火後、庫内の燃焼は継続し、温度は急上昇。
Ⓒ： 2分00秒	消火開始（計8ℓ）
Ⓓ： 2分03秒	最高温度62.7℃（側面上）に達する。最高温度到達後、温度は低下。
Ⓔ： 3分12秒	消火終了。散水による庫内の消火は不能。消火終了後も庫内の燃焼は継続し、温度は緩やかに上昇。冷凍食品の燃焼実験と比較すると、消火中の外装の平均温度は14.5℃低下（44.6℃→30.1℃）。
Ⓕ： 4分15秒	電子レンジ停止、直後に鎮火。鎮火後、温度は緩やかに低下。



(1) 発火時



(2) 消火開始時



(3) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-32 散水による正面への消火実験(3回目)状況

## 16. 散水による排気口及び吸気口への消火実験結果

散水による排気口及び吸気口への消火実験の電子レンジ外装の温度推移は図4-33、加熱開始からの性状は表4-17となった。

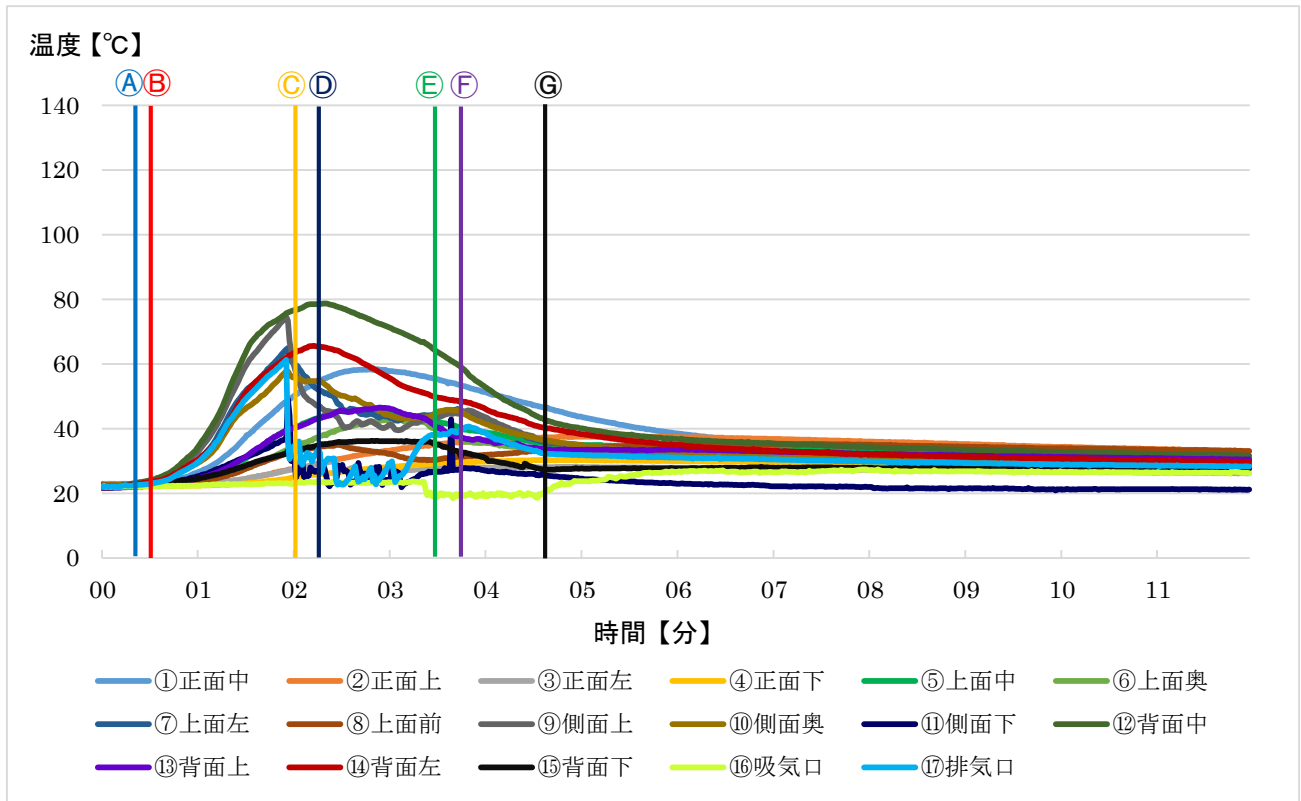
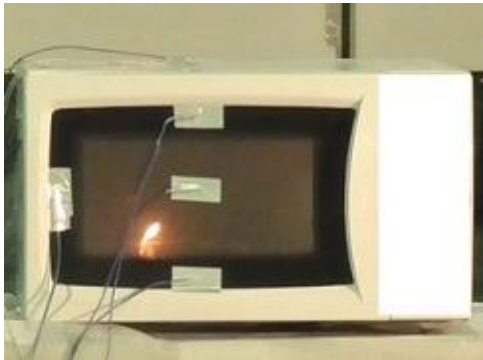


図4-33 散水による排気口及び吸気口への消火実験温度推移

表4-17 散水による排気口及び吸気口への消火実験の性状

加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ: 21秒	発煙
Ⓑ: 33秒	発火。発火後、庫内の燃焼は継続し、温度は急上昇。
Ⓒ: 2分00秒	排気口への消火開始 (計8ℓ)
Ⓓ: 2分18秒	最高温度 78.7℃ (背面中) に達する。最高温度到達後、温度は緩やかに低下。
Ⓔ: 3分26秒	吸気口への消火開始 (計8ℓ)
Ⓕ: 3分49秒	電子レンジの電源を取っているブレーカー付のテーブルタップ (過負荷 15A 以上の過電流が流れるとブレーカーが作動し通電を自動停止する) が作動し、電子レンジ停止、直後に鎮火。鎮火後、温度は緩やかに低下。

◎: 4分39秒	消火終了。散水による庫内の消火は不能。電子レンジ庫内に搭載されている17Aの電流ヒューズ異常なし。冷凍食品の燃焼実験と比較すると、消火中の外装の平均温度は6.0℃低下(44.7℃→38.7℃)。
----------	---



(1) 発火時



(2) 消火開始時



(3) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-34 散水による排気口及び吸気口への消火実験状況



## 17. エアゾール式簡易消火具（CO<sub>2</sub>）による消火実験

エアゾール式簡易消火具（CO<sub>2</sub>）による消火実験の電子レンジ外装の温度推移は図4-35、加熱開始からの性状は表4-18となった。

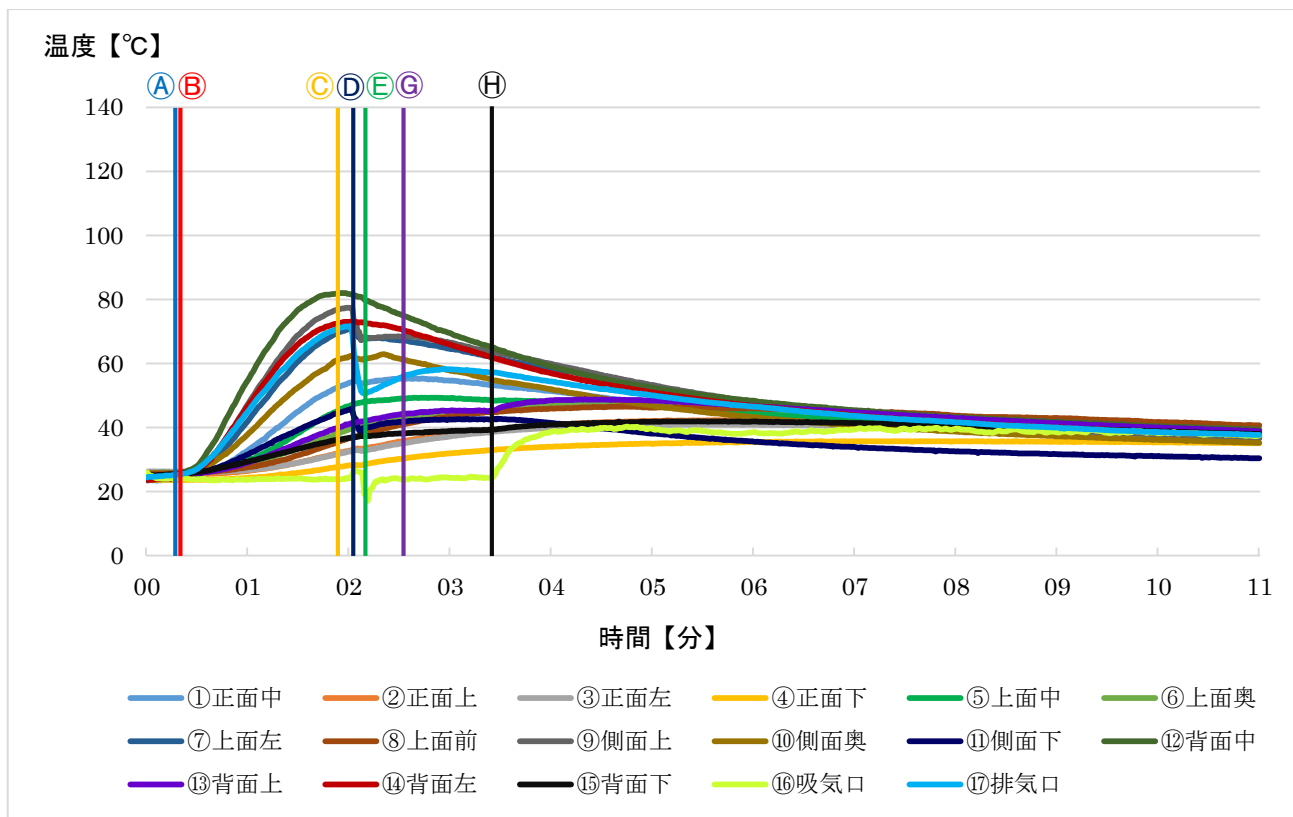


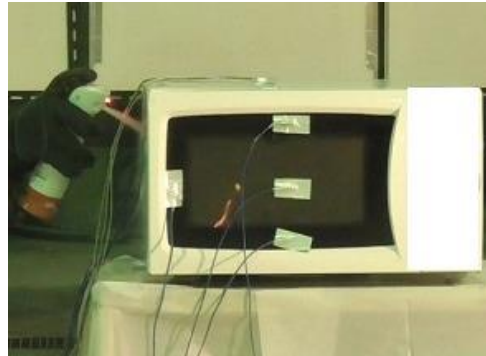
図4-35 エアゾール式簡易消火具（CO<sub>2</sub>）による消火実験温度推移

表4-18 エアゾール式簡易消火具（CO<sub>2</sub>）による消火実験の性状

加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ： 19秒	発煙
Ⓑ： 20秒	発火。発火後、庫内の燃焼は継続し、温度は急上昇。
Ⓒ： 1分54秒	最高温度82.0℃（背面中）に達する。
Ⓓ： 2分03秒	排気口への消火開始（6秒間）
Ⓔ： 2分11秒	吸気口への消火開始（13秒間）
Ⓕ： 2分24秒	消火終了。エアゾール式簡易消火具（CO <sub>2</sub> ）による庫内の消火は不能。消火終了後も庫内の燃焼は継続し、温度は緩やかに低下。
Ⓖ： 3分25秒	電子レンジ停止、直後に鎮火。鎮火後、温度は緩やかに低下。冷凍食品の燃焼実験と比較すると、消火中の外装の平均温度は5.9℃上昇（42.7℃→48.6℃）。



(1) 発火時



(2) 消火開始時



(3) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-36 エアゾール式簡易消火具 (CO<sub>2</sub>) による消火実験状況

### 18. メーカー推奨の消火器による消火実験結果

メーカー推奨の消火器による消火実験の電子レンジ外装の温度推移は図4-37、加熱開始からの性状は表4-19となった。

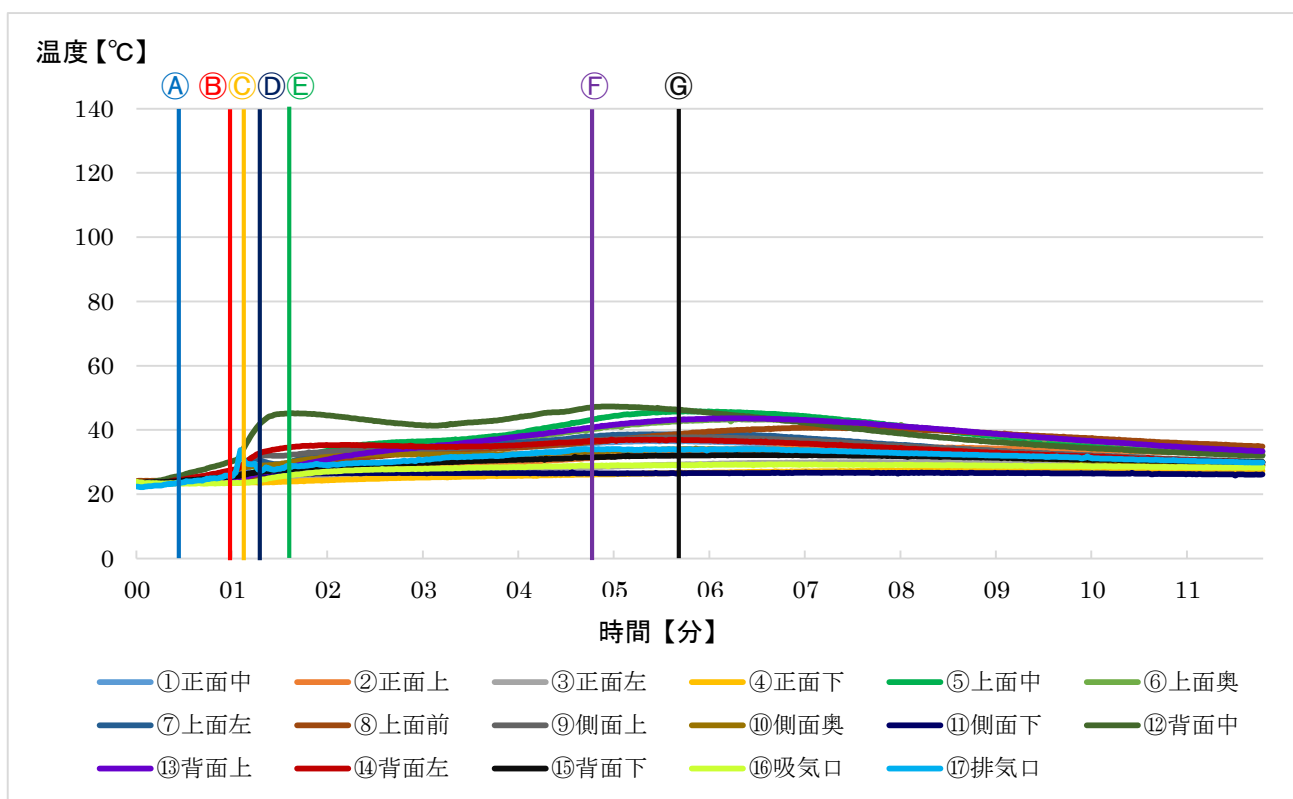


図4-37 メーカー推奨の消火器による消火実験温度推移

表4-19 メーカー推奨の消火器による消火実験の性状

加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ: 21秒	発煙
Ⓔ: 57秒	発火。発火後、庫内の燃焼は継続し、温度は上昇。
Ⓒ: 1分07秒	電子レンジ停止
Ⓓ: 1分17秒	消火開始
Ⓔ: 1分36秒	消火終了。消火器による庫内の消火は不能。消火終了後も庫内の燃焼は継続し、温度は緩やかに上昇。
Ⓕ: 4分52秒	最高温度 47.3℃（背面中）に達する。
Ⓖ: 5分45秒	電子レンジ停止、直後に鎮火。鎮火後、温度は緩やかに低下。冷凍食品の燃焼実験と比較すると、消火中の外装の平均温度は 3.0℃低下（31.6℃→28.6℃）。



(1) 発火時



(2) 消火開始時



(3) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-38 メーカー推奨の消火器による消火実験状況

### 19. メーカー推奨の散水による消火実験結果

メーカー推奨の散水による消火実験の電子レンジ外装の温度推移は図4-39、加熱開始からの性状は表4-20となった。

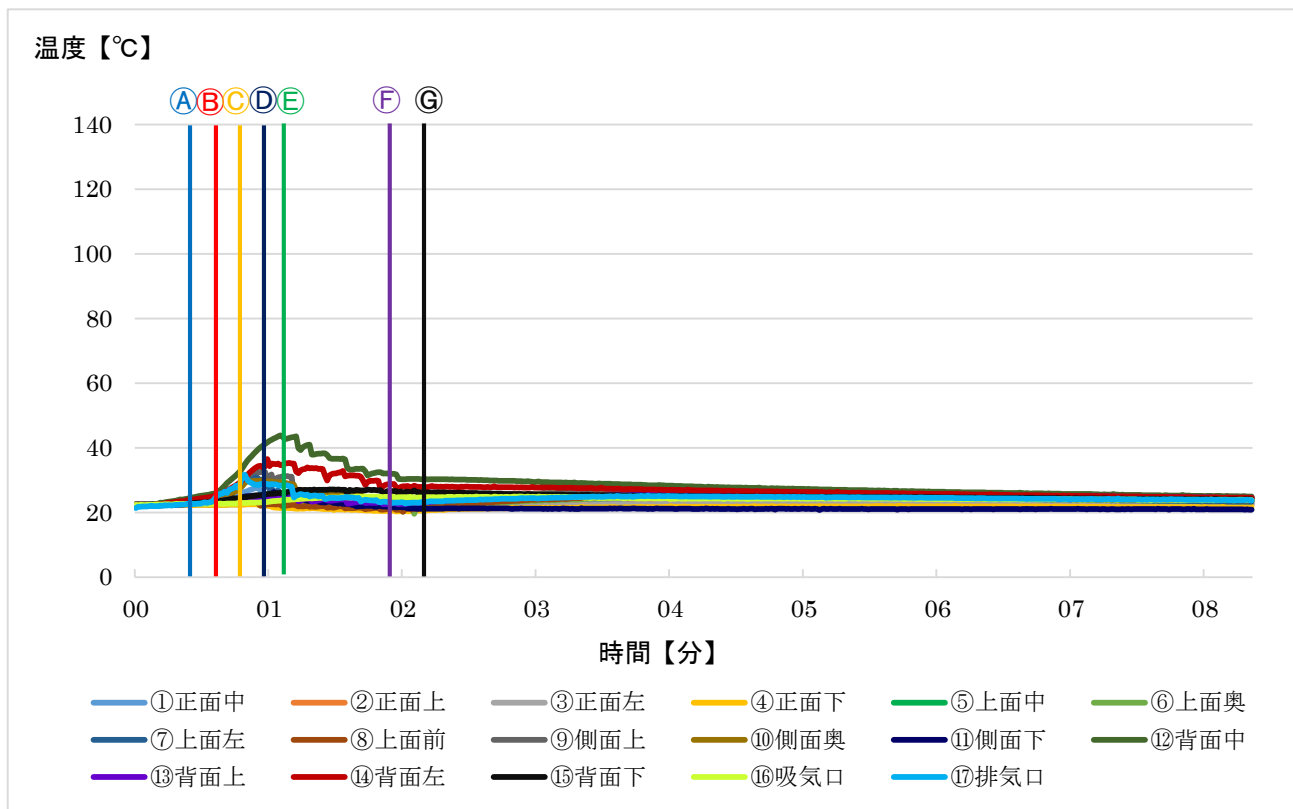
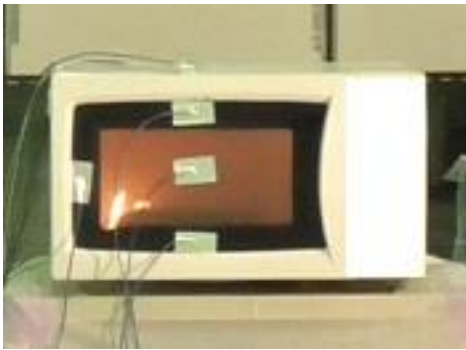


図4-39 メーカー推奨の散水による消火実験温度推移

表4-20 メーカー推奨の散水による消火実験の性状

加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ: 26秒	発煙
Ⓑ: 37秒	発火。発火後、庫内の燃焼は継続し、温度は上昇。
Ⓒ: 47秒	電子レンジ停止
Ⓓ: 57秒	消火開始 (8ℓ)
Ⓔ: 1分05秒	最高温度 43.8℃ (背面中) に達する。最高温度到達後、温度は緩やかに低下。
Ⓕ: 1分55秒	鎮火。鎮火後も温度は緩やかに低下。

◎: 2分08秒	消火終了。消火終了前に鎮火には至っているが、散水による庫内の消火は不能。冷凍食品の燃焼実験と比較すると、消火中の外装の平均温度は 8.6℃低下 (33.2℃→24.6℃)。
----------	--



(1) 発火時



(2) 消火開始時



(3) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-40 メーカー推奨の散水による消火実験状況

## 20. メーカー推奨の電子レンジ停止による消火実験結果

メーカー推奨の電子レンジ停止による消火実験の電子レンジ外装の温度推移は図4-41、加熱開始からの性状は表4-21となった。

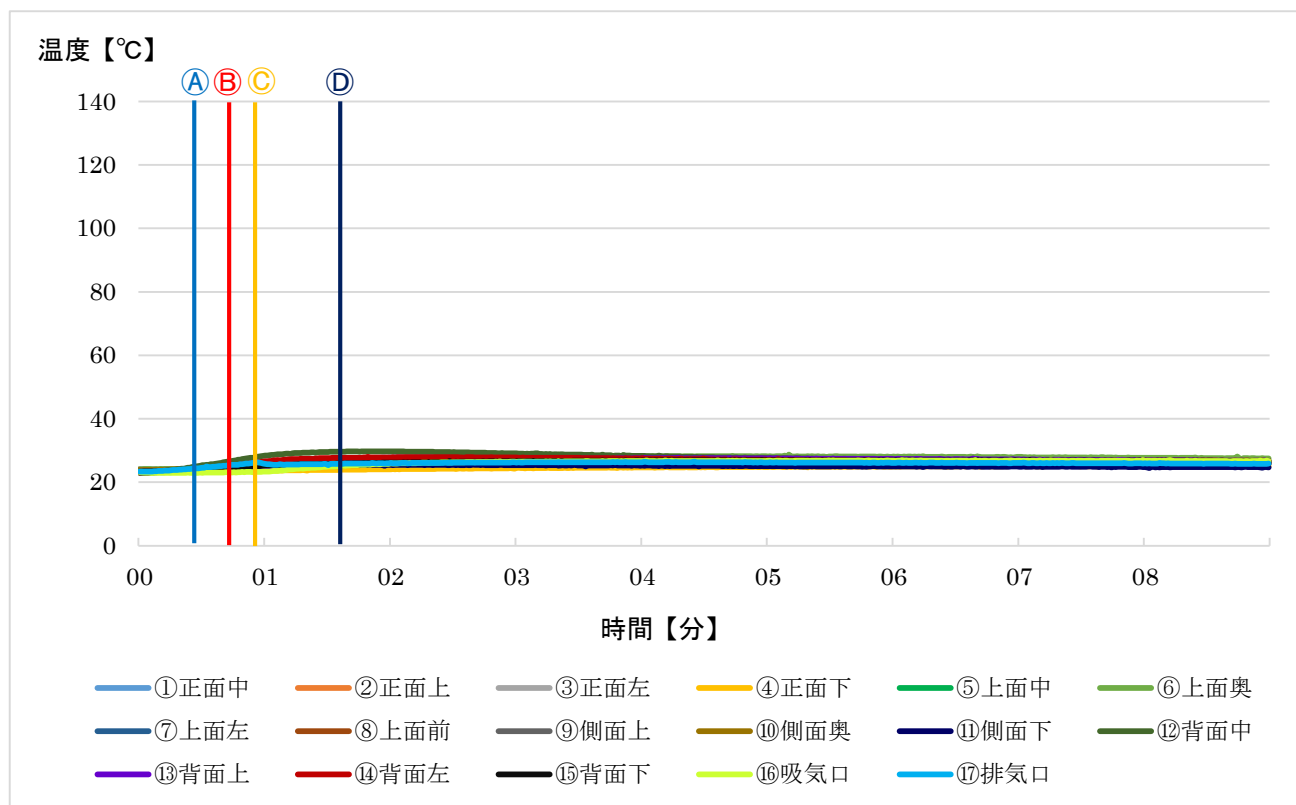
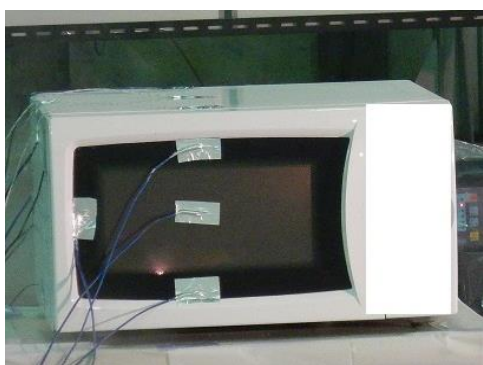


図4-41 メーカー推奨の電子レンジ停止による消火実験温度推移

表4-21 メーカー推奨の電子レンジ停止による消火実験の性状

加熱開始からの時間	性状
加熱開始直後	アルミ蒸着包装から火花が発生。
Ⓐ： 25 秒	発煙
Ⓑ： 46 秒	発火。発火後、庫内の燃焼は継続するが、温度はほぼ横ばい。
Ⓒ： 56 秒	電子レンジ停止、直後に鎮火。
Ⓓ： 1 分 39 秒	最高温度 29.7℃（背面中）に達する。最高温度到達後、温度はほぼ横ばい。



(1) 発火時



(2) 実験後

※実験に用いた電子レンジ及び冷凍食品は、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を加工処理しています。

図4-42 メーカー推奨の電子レンジ停止による消火実験状況



## 第4節 考察

### 1. 食品選定実験

#### (1) 冷凍食品

加熱開始直後、火花が発生したが、これはアルミ蒸着と電磁波の電磁誘導により電流が発生したことによるものと考えられる。この火花により加熱開始後 13 秒でアルミ蒸着包装から発煙し、33 秒で発火したことから、庫内の燃焼危険性は高いと考えられる。加熱開始後 8 分 59 秒でアルミ蒸着包装部分から内部の合成樹脂製トレー及び唐揚げに延焼拡大したが、これはアルミ蒸着包装部分の火花及び着火により、内部へと延焼拡大したものと考えられる。加熱開始後 10 分 52 秒で電子レンジに搭載されている温度ヒューズ (150°C) が動作したことで、電源が遮断され、鎮火には至ったが、これは電源遮断により加熱の継続がなくなったことと、火花の発生がなくなったことによるものと考えられる。外装の最大温度が 127.6°C (正面中) であったことから、このまま燃焼が継続し、周囲に近接して可燃物があれば、延焼危険があると考えられる。

#### (2) 焼き芋

加熱開始後 4 分 50 秒で発煙し、5 分 39 秒で発火したが、これは加熱により焼き芋の水分がなくなったことで高温となり炭化し、発火に至ったと考えられる。発火時の爆燃により扉が開いたが、これは発火前に焼き芋から発生した大量の未燃の煙 (可燃性ガス) が、庫内に充満し、発火により一気に燃え上がると共に、庫内の気体の体積が急激に膨張して内圧が高まり、扉が開放されたことによるものと考えられる。扉開放時に庫外へと火炎が噴出したことから、周囲への延焼危険があると考えられる。扉が開放されたことで、電子レンジが停止し、加熱が継続されなかったことで鎮火に至ったと考えられる。

#### (3) 肉まん

加熱開始後 4 分 00 秒で発煙し、5 分 26 秒で発火したが、これは焼き芋と同様に加熱により肉まんの水分がなくなったことで高温となり炭化し、発火に至ったと考えられる。発火時の爆燃により扉が開いたが、これは発火前に肉まんから発生した大量の未燃の煙 (可燃性ガス) が、庫内に充満し、発火により一気に燃え上がると共に、庫内の気体の体積が急激に膨張して内圧が高まり、扉が開放されたことによるものと考えられる。扉開放時に庫外へと火炎が噴出したことから、周囲への延焼危険があると考えられる。扉が開放されたことで、電子レンジが停止し、加熱が継続されなかったため、鎮火に至ったと考えられる。

### 2. 電子レンジの停止と扉の開放時間の検討実験

#### (1) 電子レンジ停止の検討

発火後、電子レンジが動作している場合としていない場合との比較

##### ① 発火後 10 秒レンジ停止、発火後 300 秒扉開放

加熱開始後 35 秒で発火し、45 秒で電子レンジを停止した。電子レンジ停止後 3 分 44 秒で最高温度 58.4°C (上面中) を観測し、電子レンジ停止後 4 分 04 秒 (扉開放前) で鎮火した。

##### ② 発火後 300 秒レンジ停止、発火後 300 秒扉開放

加熱開始後 40 秒で発火し、5 分 40 秒で電子レンジを停止 (扉開放) し、同時に鎮火した。発火後 1 分 48 秒で最高温度 67.9°C (側面上) を観測した。

##### ③ 上記①②の比較

①と②を比較すると、①の方が鎮火時間は短く、最高温度も低かった。よって、発火後は電子レンジを早く停止した方が、加熱時間が短くなるため、燃焼の継続及び温度を低減できると考えられる。

## (2) 扉開放の検討

### ① 発火後 60 秒扉開放

加熱開始後 1 分 07 秒で発火し、2 分 07 秒で扉を開放した。扉開放後も庫内の燃焼は継続し、発火後 3 分 39 秒に最高温度 55.3℃（背面中）を観測した。発火後 4 分 33 秒で鎮火した。

### ② 発火後 120 秒扉開放

加熱開始後 39 秒で発火し、2 分 39 秒で扉を開放し、最高温度 58.2℃（側面上）を観測した。扉開放後も庫内の燃焼は継続し、発火後 7 分 14 秒に鎮火した。

### ③ 上記①と②の比較

①と②を比較すると、①の方が鎮火時間は短く、最高温度も低かった。よって、発火後の扉はより早く開放した方が、加熱時間が短くなるため、早く鎮火に至ったが、いずれのケースも扉を開放したことにより、一定時間、燃焼が継続した。これは扉を開放したことにより、酸素が供給されたことによるものと考えられる。

## 3. 消火器による消火実験

### (1) 正面への放射（計 3 回）

再現性の確認として、3 回実施した。3 回とも消火終了後も庫内の燃焼が継続しており、庫内へ消火薬剤が届いていなかったため、消火器による燃焼実体への消火効果はなかったと言える。消火中の外装の平均温度（計 3 回）は、冷凍食品の燃焼実験の同時時間の外装の平均温度と比較すると、平均で 42.1℃から 31.2℃と 10.9℃低かったことから、正面への放射による外装の温度低下の効果はあったと考えられる。1 回目の鎮火時間は加熱開始後 9 分 47 秒と他の 2 回より（2 回目より 6 分 28 秒、3 回目より 6 分 46 秒）遅かったが、これは扉を開放したことにより、庫内に酸素が供給され、燃焼が継続したことによるものと考えられる。

### (2) 排気口への放射

消火終了後も庫内の燃焼は継続しており、庫内へ消火薬剤が届いていなかったため、消火器による燃焼実体への消火効果はなかったと言える。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時時間の外装の平均温度と比較すると、42.1℃から 31.2℃と 10.9℃低かったことから、排気口への放射による外装の温度低下の効果はあったと考えられる。

### (3) 吸気口への放射

消火終了後も庫内の延焼は継続しており、庫内への消火薬剤が殆ど届いていなかったため、消火器による燃焼実体への消火効果はなかったと言える。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時時間の外装の平均温度と比較すると、42.1℃から 42.6℃と 0.5℃上昇したことから、吸気口への放射による外装の冷却効果はなかったと考えられる。

## 4. 散水による消火実験

### (1) 正面への放射（計 3 回）

再現性の確認として、3 回実施した。3 回とも消火終了後も庫内の燃焼が継続しており、庫内へ水が届いていなかったため、散水による燃焼実体への消火効果はなかったと言える。消火中の外装の平均

温度（計 3 回）は、冷凍食品の燃焼実験の同時間の外装の平均温度と比較すると、平均で 44.6℃から 30.5℃と 14.1℃低かったことから、正面への散水による外装の温度低下の効果はあったと考えられる。

## (2) 排気口及び吸気口からの放射

吸気口からの放射中に電子レンジの電源を取っているブレーカー付テーブルタップ（過負荷 15A 以上の過電流が流れるとブレーカーが作動し通電を自動停止する）が動作したことにより鎮火には至っているが、排気口及び吸気口への放射は庫内へ水が届いていなかったため、燃焼実体への消火効果はなかったと言える。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時間の外装の平均温度と比較すると、44.7℃から 38.7℃と 6.0℃低かったことから、排気口及び吸気口への散水による外装の温度低下の効果はあったと考えられる。

## 5. エアゾール式簡易消火器具（CO<sub>2</sub>）による消火実験

消火終了後も庫内の延焼は継続しており、庫内へ CO<sub>2</sub> が届いていなかったと推定され、エアゾール式簡易消火器具（CO<sub>2</sub>）による燃焼実体への消火効果はなかったと言える。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時間の外装の平均温度と比較すると、42.7℃から 48.6℃と 5.9℃上昇したことから、エアゾール式簡易消火器具（CO<sub>2</sub>）による外装の冷却効果はなかったと考えられる。

## 6. メーカー推奨の出火後の対応実験

### (1) メーカー推奨の消火器による消火

消火終了後も庫内の燃焼は継続しており、庫内へ消火薬剤が届いていなかったため、消火器による燃焼実体への消火効果はなかったと言える。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時間の外装の平均温度と比較すると、31.6℃から 28.6℃と 3.0℃低かったことから、消火器による外装の温度低下の効果はあったと考えられる。本実験は消火器による消火実験の中で最高温度が最も低かった。これは発火後の加熱時間が 10 秒と短かったことによるものと考えられる。

### (2) メーカー推奨の散水による消火

消火終了前に鎮火したが、庫内へ水が届いていなかったため、散水による燃焼実体への消火効果はなかったと考えられる。鎮火に至ったのは、電子レンジ停止により加熱が止まったため、庫内で自然鎮火したものと考えられる。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時間の外装の平均温度と比較すると、33.2℃から 24.6℃と 8.6℃低かったことから、散水による外装の温度低下の効果はあったと考えられる。本実験は散水による消火実験の中で最高温度が最も低かった。これは発火後の加熱時間が 10 秒と短かったことによるものと考えられる。

### (3) メーカー推奨の電子レンジ停止による消火

電子レンジ停止とともに鎮火しており、本実験は全実験の中で最高温度が最も低かった。これは発火した時の燃焼が小さかったことと、発火後の加熱時間が 10 秒と短かったことによるものと考えられる。

## 第 5 節 まとめ

### 1. 食品選定実験

#### (1) 冷凍食品

他の食品に比べて、煙の量は少ないが、発煙及び発火がいずれも早かった。アルミ蒸着包装部分

から発火し、内部の合成樹脂製トレイ及び唐揚げに延焼拡大した。延焼拡大後、電子レンジに搭載されている温度ヒューズ（150℃）が動作、電子レンジが自動停止し、鎮火した。熱電対で測定した温度は高い順から正面中、背面中、側面上となり、最高で 127.6℃（正面中）となるなど、100℃を超えることから、このまま燃焼が継続し、電子レンジに近接して可燃物があれば、延焼危険がある。全熱電対の平均温度は加熱開始後から延焼拡大する 8 分 59 秒までの間、20.1℃から 44.1℃へ上昇し、延焼拡大から最高温度を観測した延焼拡大後 2 分 15 秒までの間、44.1℃から 82.0℃へ上昇した。その後、温度は緩やかに低下した。

## (2) 焼き芋

焼き芋は冷凍食品に比べると、煙の量が多かった。発火時の爆燃により扉が開き、電子レンジが停止し、扉が開いた勢いで扉が閉まり、直ぐに鎮火した。爆燃により扉が開放され、火炎が噴出したことから、周囲への延焼危険がある。熱電対で測定した温度は高い順から排気口、背面中、正面中となり、最高で 80.3℃（排気口）となった。全熱電対の平均温度は加熱開始後から最高温度を観測した 5 分 41 秒までの間、24.2℃から 45.9℃へ上昇した。鎮火後、温度は緩やかに低下した。

## (3) 肉まん

肉まんは冷凍食品に比べると、煙の量が多かった。発火時の爆燃により扉が開き、電子レンジが停止し、扉が開いた勢いで扉が閉まり、直ぐに鎮火した。爆燃により扉が開放され、火炎が噴出したことから、周囲への延焼危険がある。熱電対で測定した温度は高い順から排気口、背面中、正面中となり、最高で 79.3℃（排気口）となった。全熱電対の平均温度は加熱開始後から最高温度を観測した 5 分 24 秒までの間、20.8℃から 43.7℃へ上昇した。鎮火後、温度は緩やかに低下した。

## 2. 電子レンジの停止と扉の開放時間の検討実験

### (1) 電子レンジ停止の検討

発火後、電子レンジが動作している場合としていない場合との比較

#### ① 発火後 10 秒レンジ停止、発火後 300 秒扉開放

加熱開始後 35 秒で発火し、45 秒で電子レンジを停止した。発火後 4 分 14 秒で鎮火した。（発火後 5 分 00 秒扉開放）熱電対で測定した温度は最高で 58.4℃（上面中）となった。

#### ② 発火後 300 秒レンジ停止、発火後 300 秒扉開放

加熱開始後 40 秒で発火し、5 分 40 秒で電子レンジを停止（扉開放）、同時に鎮火した。熱電対で測定した温度は最高で 67.9℃（側面上）となった。

#### ③ 上記①と②の比較

①は扉開放前に鎮火したのに対して、②は扉開放まで鎮火しなかった。最高温度は①の方が②より 9.5℃低くなった。よって、発火後、電子レンジが動作している場合としていない場合では動作していない方がより鎮火が早く、最高温度も低くなった。

### (2) 扉開放の検討

#### ① 発火後 60 秒扉開放

加熱開始後 1 分 07 秒で発火し、2 分 07 秒に扉を開放した。扉開放後も庫内の燃焼は継続し、発火後 4 分 33 秒で鎮火した。熱電対で測定した温度は最高で 55.3℃（背面中）となった。

#### ② 発火後 120 秒扉開放

加熱開始後 39 秒で発火し、2 分 39 秒に扉を開放した。扉開放後も庫内の燃焼は継続し、発火

後 7 分 14 秒で鎮火した。熱電対で測定した温度は最高で 58.2℃（側面上）となった。

③ ①と②の比較

①の方が②より、鎮火が 2 分 13 秒短くなり、最高温度も 2.9℃低くなった。よって、発火後、扉を早く開放した方が鎮火は早くなったが、いずれも扉開放後も燃焼が継続した。

### 3. 消火器による消火実験

(1) 正面への放射（計 3 回）

加熱開始後 1 分 06 秒で発火した。加熱開始後 2 分 00 秒から 2 分 20 秒まで消火器による放射を行ったが、庫内の燃焼物に消火薬剤は届かず、消火できなかった。加熱開始後 9 分 47 秒（発火後 8 分 41 秒）で鎮火した。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時間の外装の平均温度と比較すると、42.1℃から 30.5℃と 11.6℃低かったことから、正面への放射による外装の温度低下の効果はあった。熱電対で測定した温度は最高で 60.8℃（側面上）となった。

(2) 正面への放射（2 回目）

加熱開始後 1 分 43 秒で発火した。加熱開始後 2 分 00 秒から 2 分 20 秒まで消火器による放射を行ったが、庫内の燃焼物に消火薬剤は届かず、消火できなかった。加熱開始後 3 分 19 分（発火後 1 分 36 秒）で鎮火した。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時間の外装の平均温度と比較すると、42.1℃から 26.4℃と 15.7℃低かったことから、正面への放射による外装の温度低下の効果はあった。熱電対で測定した温度は最高で 49.1℃（背面中）となった。

(3) 正面への放射（3 回目）

加熱開始後 52 秒で発火した。加熱開始後 2 分 00 秒から 2 分 20 秒まで消火器による放射を行ったが、庫内の燃焼物に消火薬剤は届かず、消火できなかった。加熱開始後 3 分 01 分（発火後 2 分 09 秒）で鎮火した。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時間の外装の平均温度と比較すると、42.1℃から 36.6℃と 5.5℃低かったことから、正面への放射による外装の温度低下の効果はあった。熱電対で測定した温度は最高で 65.3℃（背面中）となった。

(4) 排気口への放射

加熱開始後 53 秒で発火した。加熱開始後 2 分 00 秒から 2 分 20 秒まで消火器による排気口への放射を行ったが、庫内の燃焼物に消火薬剤は届かず、消火できなかった。加熱開始後 3 分 00 秒（発火後 2 分 07 秒）で鎮火した。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時間の外装の平均温度と比較すると、42.1℃から 31.2℃と 10.9℃低かったことから、排気口への放射による外装の温度低下の効果はあった。熱電対で測定した温度は最高で 50.9℃（背面中）であった。

(5) 吸気口への放射

加熱開始後 34 秒で発火した。加熱開始後 2 分 00 秒から 2 分 20 秒まで消火器による吸気口への放射を行ったが、庫内の燃焼物に消火薬剤は殆ど届かず、消火できなかった。加熱開始後 3 分 23 秒（発火後 2 分 49 秒）で鎮火した。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時間の外装の平均温度と比較すると、42.1℃から 42.6℃と 0.5℃上昇したことから、吸気口への放射による外装の冷却効果はなかった。熱電対で測定した温度は最高で 71.2℃（背面中）となった。

### 4. 散水による消火実験

(1) 正面への放射（1 回目）

加熱開始後 50 秒で発火した。加熱開始後 2 分 00 秒から 5 分 36 秒までの散水（24ℓ）による放射

を行ったが、庫内の燃焼物に水は届かず、消火できなかった。加熱開始後 6 分 38 秒（発火後 5 分 48 秒）で鎮火した。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時間の外装の平均温度と比較すると、44.6℃から 31.6℃と 13.0℃低かったことから、正面への散水による外装の温度低下の効果はあった。熱電対で測定した温度は最高で 65.8℃（背面中）となった。

#### (2) 正面への放射（2 回目）

加熱開始後 1 分 17 秒で発火した。加熱開始後 2 分 00 秒から 3 分 12 秒までの散水（8ℓ）による放射を行ったが、庫内の燃焼物に水は届かず、消火できなかった。加熱開始後 4 分 12 秒（発火後 2 分 55 秒）で鎮火した。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時間の外装の平均温度と比較すると、44.6℃から 29.8℃と 14.8℃低かったことから、正面への散水による外装の温度低下の効果はあった。熱電対で測定した温度は最高で 59.7℃（背面中）となった。

#### (3) 正面への放射（3 回目）

加熱開始後 37 秒で発火した。加熱開始後 2 分 00 秒から 3 分 12 秒までの散水（8ℓ）による放射を行ったが、庫内の燃焼物に水は届かず、消火できなかった。加熱開始後 4 分 15 秒（発火後 3 分 38 秒）で鎮火した。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時間の外装の平均温度と比較すると、44.6℃から 30.1℃と 14.5℃低かったことから、正面への散水による外装の温度低下の効果はあった。熱電対で測定した温度は最高で 62.7℃（側面上）となった。

#### (4) 排気口及び吸気口への放射

加熱開始後 33 秒で発火した。加熱開始後 2 分 00 秒から 4 分 39 秒までを散水による排気口及び吸気口への放射（各 8ℓ の放水）を行ったが、庫内の燃焼物に水は届かず、消火はできなかった。吸気口からの消火中に電子レンジの電源を取っているブレーカー付テーブルタップ（過負荷 15A 以上の過電流が流れるとブレーカーが作動し通電を自動停止する）が動作したことにより、加熱開始後 3 分 49 秒（発火後 3 分 16 秒）で鎮火した。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時間の外装の平均温度と比較すると、44.7℃から 38.7℃と 6.0℃低かったことから、排気口及び吸気口への放射による外装の温度低下の効果はあった。熱電対で測定した温度は最高で 78.7℃（背面中）となった。

### 5. エアゾール式簡易消火器具（CO<sub>2</sub>）による消火実験

加熱開始後 20 秒で発火した。加熱開始後 2 分 03 秒から 2 分 24 秒までエアゾール式簡易消火器具（CO<sub>2</sub>）による排気口及び吸気口への消火を行ったが、庫内の燃焼物に CO<sub>2</sub> は届かず、消火はできなかった。加熱開始後 3 分 25 秒（発火後 3 分 05 秒）で鎮火した。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時間の外装の平均温度と比較すると、42.7℃から 48.6℃と 5.9℃上昇したことから、エアゾール式簡易消火器具（CO<sub>2</sub>）による外装の冷却効果はなかった。熱電対で測定した温度は最高で 82.0℃（背面中）となった。

### 6. メーカー推奨の出火後の対応実験

#### (1) メーカー推奨の消火器による消火

加熱開始後 57 秒で発火した。発火後 10 秒で電子レンジを停止、電子レンジ停止後 10 秒で消火器による消火を行ったが、庫内の燃焼物に消火薬剤は届かず、消火はできなかった。加熱開始後 5 分 45 秒（発火後 4 分 48 秒）で鎮火した。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時間の外装の平均温度と比較すると、31.6℃から 28.6℃と 3.0℃低かったことから、消火器による外装の

温度低下の効果はあった。熱電対で測定した温度は最高で 47.3℃（背面中）となった。

(2) メーカー推奨の散水による消火

加熱開始後 37 秒で発火した。発火後 10 秒で電子レンジを停止、電子レンジ停止後 10 秒で散水 (8ℓ) による消火を行ったが、庫内の燃焼物に水は届かず、消火はできなかった。加熱開始後 1 分 55 秒（発火後 1 分 18 秒）で鎮火した。消火中の外装の平均温度は、冷凍食品の燃焼実験の同時時間の外装の平均温度と比較すると、33.2℃から 24.6℃と 8.6℃低かったことから、散水による外装の温度低下の効果はあった。熱電対で測定した温度は最高で 43.8℃（背面中）となった。

(3) メーカー推奨の電子レンジ停止による消火

加熱開始後 46 秒で発火した。発火後 10 秒で電子レンジを停止、電子レンジ停止と共に鎮火した。熱電対で測定した温度は最高で 29.7℃（背面中）となった。