

火気使用器具の安全化に関する研究(その2)

— 小型キッチンユニットの安全性 —

Study of fire-using appliances safety (Series 2)

— New Electric Cooker's Safety —

松原常夫**

加藤和夫*

渡辺孝夫***

概 要

電気設備機器等が関係する火災は、毎年全火災件数の10%以上発生している。その中でも特に、電熱器具の占める割合が大きい。

今回は、小型キッチンユニットの安全性に関する実験を行った。

結果は

- (1) 試験用鍋を用いた温度上昇試験では、基準値以内であった。
- (2) 底の部分に光沢があるやかん等で空炊きをすると、熱の反射により電熱器下部の温度が214°Cまで達した。ここに可燃物が接触して置かれていれば、出火する危険がある。
- (3) 樹脂製まな板等の可燃物を、電熱器の脇に置いたまま使用すると、電熱器周囲に接触し発火する危険がある。

In Tokyo more than ten percent of fires were caused by electric appliances, above all by electric cookers, every year.

Tests were made with respect to the fire safety of a new electric cooker that is equipped with a sheathed heater. The findings were as follows.

1. The temperature rise rate of the test pot was within the safety limit under the condition where the test pot contained water in its 80 percent capacity and was set on the heating cooker.
2. When the polished bottom of the empty kettle was heated by the cooker, the temperature of the lower part of the cooker rised as high as 214°C, which could cause combustibles to ignite.
3. It is dangerous to put combustibles, a resin chopping board, for example, beside the heating cooker.

1 はじめに

最近、高層マンションやワンルームマンション等では、電気調理器具の設置が年々増加する傾向にある。これは、高層建築の場合、都市ガスを使用すると風圧による排気や換気処理が困難になるため、また高層の建築物については出火防止対策上、都市ガスの使用を抑制していることにも一因があると思われる。

また、ガス調理器具に比べて、電気調理器具は燃焼を伴わないため、室内の酸素を消費せず、また、燃焼排ガスも発生しないので、室内の空気がクリーンに保てるば

かりか、夏の冷房時でもガス調理器具と比べるとロスも少ない。

業務用の電気調理器具は200ボルト電源のものが使われているが、家庭で使う電気調理器具は、100ボルト電源のものが多い。

従来のニクロム線式の電気こんと異なり、熱源に高温シーズヒーターを使用しているのも、鍋とヒーターを密着させて加熱することができるため、空中に逃げるエネルギーのロスが少なく、高い熱効率(70~74%、ガス器具では約47%)が得られる。

しかし、ガス調理器具よりクリーンで制御性があり安全な器具、ということで普及しはじめているが、ガス器具のように使用方法を理解している人が少ない等の理由による事故が年々増加している。

最近製造された小型キッチンユニットで、電気こんと

* 第二研究室 ** 野方消防署

*** 八王子消防署

使用中に出火した事例が数件発生している。

今回は、小型キッチンユニットからの出火危険の解明のため予防部予防課火気設備係と共同で実験を行ったので、その概要を報告する。

2 火災の概要

小型キッチンユニット(電気こんろの定格電圧100ボルト、定格消費電力1500ワット：以下「ミニキッチン」という。)の電気こんろに水を四分の一位入れたやかんを載せ、スイッチをいれ火力調整を「強」にセットし、そのまま階下の友人宅へ行ってしまったため、約2時間後に出火しミニキッチンと内壁2㎡が焼損した。

3 実験項目

火災事例を基に次の項目について実験した。

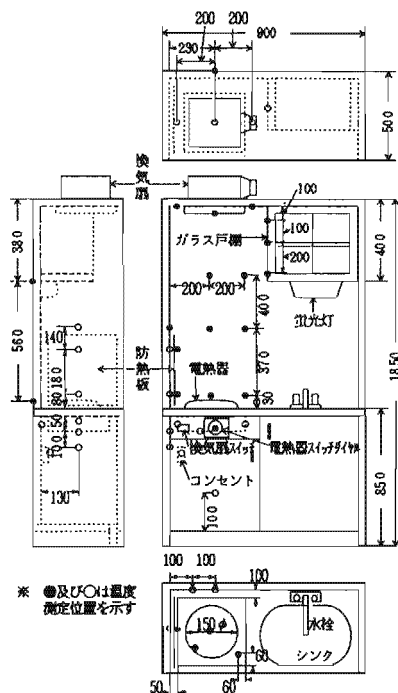


図1 試験体の概要と温度測定位置

- (1) ミニキッチン各部及び電気こんろ周囲の温度測定 (以下「実験1」という。)
- (2) ミニキッチンの電気こんろ周囲に調味料・調理用油等の可燃物を置いた状態でのミニキッチン各部及び電気こんろ周囲の温度測定 (以下「実験2」という。)
- (3) ミニキッチンの仕上げを可燃材で作った場合と不燃材で作った場合における、ミニキッチン各部及び電気こんろ周囲の温度変化並びに延焼状況の比較 (以下「実験3」という。)
- (4) ミニキッチンの電気こんろ上にやかんを置き、樹脂

製まな板をやかんへ立てかけて置いていた時の延焼状況 (以下「実験4」という。)

4 試験体

- (1) キッチンユニット (図1及び写真1参照) 高さ1,850cm、幅900cm、奥行き500cm (上段と下段に分離できるタイプ)
- (2) 電熱器
定格電圧100V、定格消費電力1,200W
- (3) 温度測定箇所



写真1 ミニキッチン全体

- | | |
|-------------|-------------|
| ① 電熱器下部 | ⑱ ユニット側面中部 |
| ② 電熱器右側面 | ⑲ ユニット中央上部 |
| ③ 電熱器左側面 | ⑳ ユニット右上部 |
| ④ 電熱器裏側木部右 | ㉑ ユニット天井左 |
| ⑤ 電熱器裏側木部左 | ㉒ ユニット天井中央 |
| ⑥ コンセント | ㉓ ユニット天井右 |
| ⑦ 電熱器側面木部上 | ㉔ 吊り戸棚上部 |
| ⑧ 電熱器側面木部下 | ㉕ 吊り戸棚中部 |
| ⑨ 電熱器収納部雰囲気 | ㉖ 吊り戸棚下部 |
| ⑩ 防熱板裏木部下 | ㉗ ユニット裏側下部 |
| ⑪ 防熱板裏木部上 | ㉘ ユニット裏側上部 |
| ⑫ 防熱板下部 | ㉙ 電熱器スイッチ |
| ⑬ 防熱板上部 | ⑳ 電熱器パネル表面 |
| ⑭ ユニット中央下部 | ㉑ やかん (平常時) |
| ⑮ ユニット右下部 | 試験用鉄板 (異常時) |
| ⑯ ユニット中央中部 | ㉒ ヒーター部 |
| ⑰ ユニット右中部 | |

5 実験条件

- (1) 実験1

ミニキッチン及び電気こんろ周囲の温度測定については、(社)日本電機工業会「組込み形等電気機器の自主試験基準」(以下「自主試験基準」という。)6(1)の「平常温度上昇」試験及び自主試験基準7(1)の「異常温度上昇」試験に基づき実施した。

その他、火災危険のあるこんろ下部、キッチンユニット裏面等の温度上昇についても試験を実施した。



写真2 平常温度上昇試験

- ア 平常温度上昇試験 (写真2参照)
- (ア) 電気こんろはキッチンユニットに組み込んだ状態で、こんろ下部の収納部扉は常時閉鎖状態とした。
- (イ) 室内は自然気温で無風状態とした。
- (ウ) 電気こんろの温度設定は最高温度(火力調整を「強7」)にセットして測定した。
- (エ) 電気こんろ上に黄銅製円筒型鍋(外径170mm高さ140mm)を置き、水を約80%のところまで入れた。また、やかんについてはステンレス製(底直径195mm・高さ95mm)を用い、鍋と同様に水を80%の所まで入れた。試験中は蒸発して減水するごとに、別に沸かした熱湯を適量補充した。
- (オ) 温度測定はJIS-C1602(1981)規格のタイプT(銅-コンスタンタン)及びタイプK(クロメル-アルメル)の熱電対を用い、横河製3081型ハイブリッドレコーダー及びチノー製AA030-NBNハイブリッドレコーダーの2台の記録計で測定した。

(カ) 試験は連続して5時間実施した。

イ 異常温度上昇試験

- (ア) 電気こんろの上に試験用鉄板(鋼製の円盤厚さ3mm、直径170mm)を置き、またやかんは前記平常温度上昇試験(エ)のステンレス製やかんを置いて試験を実施した。やかんには水を80%のところまで入れ、蒸発後は水を補充することなく載せたままにした。

- (イ) 絶縁抵抗は500V絶縁抵抗計により測定した。
- (ウ) その他は前記平常温度上昇試験(ア),(イ),(ウ),(オ),(カ)と同様に実施した。

(2) 実験2 (写真3参照)

電気こんろの上にステンレス製やかん、ホーロー製やかん、試験用鉄板を置き、また電気こんろ周囲には、まな板や天ぷら油を置き、さらに電気こんろ下部にはぼろ布を電熱器保護カバーに接触させた状態で試験を実施した。

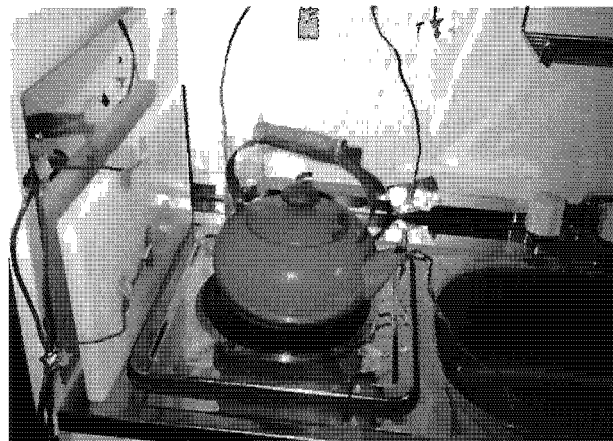


写真3 周囲に可燃物を置く

- ア まな板は材質がポリエチレン製(寸法230×410×15mm)のものを用いた。このまな板の熱的特性はセイコー電子工業(株)SSC5200型熱分析装置により分析した。
- イ まな板は横にして電気こんろの奥又は左側防熱板に立て掛けるように置いた。
- ウ 電気こんろ上には実験1回目は水1ℓを入れステンレス製やかん(蒸発後は水を補給しない)、実験2回目は空のホーロー製やかん、実験3回目は鉄板を置いて試験を実施した。
- エ その他については前記(1)ア(ア),(イ),(ウ),(オ),(カ)と同様に実施した。

(3) 実験3 (写真4参照)

- ア 可燃材の化粧合板(厚さ3mm)、不燃材の石膏ボード(厚さ9mm)及び石綿スレート板(厚さ4mm)の3種類を用いて、実験1及び2で使用したものと同じ大きさのミニキッチン上段を作製した。裏面には熱伝導及び延焼状況を確認するため、合板を各面に貼り合わせた。
- イ こんろ上の可燃物はポリエチレン製まな板を横にして、灯油(50ml)を浸したぼろ布(500×500mm)を折りたたんでまな板とやかんの間に置いてライ

6 実験結果

(1) 実験 1

平常温度上昇試験及び異常温度上昇試験とも表 1 に

表 1 実験 1 に基づく測定結果

| | こんろ上 | 測定結果 | 備考 |
|--------|----------------------------|-------------|--|
| 平常温度上昇 | 黄銅製 円筒型鍋 (1-A) | 1 回目 (図 2) | 自主試験基準 での周囲壁面温 度は 95°C以下 |
| | | 2 〃 (図 3) | |
| | | 3 〃 (図 4) | |
| | ステンレ ス製 やかん (1-B) | 1 回目 (図 5) | |
| | | 2 〃 (図 6) | |
| | | 3 〃 (図 7) | |
| 異常温度上昇 | 鉄板 (1-C) | 1 回目 (図 8) | 自主試験基準 での周囲壁面温 度は 150°C以下 |
| | | 2 〃 (図 9) | |
| | | 3 〃 (図 10) | |
| | ステンレ ス製 やかん (1-D) | 1 回目 (図 11) | |
| | | 2 〃 (図 12) | |
| | | 3 〃 (図 13) | |



写真 4 キッチン上部は石膏ボード (9mm)

ターで点火した。

ウ ミニキッチン下段は実験 1 及び 2 で使用したものを用いた。

エ 測定時間は点火開始後 20~23 分までとし、その後ただちに消火した。

オ その他については前記(1)ア(ア),(イ),(ウ),(エ)と同様に実施した。

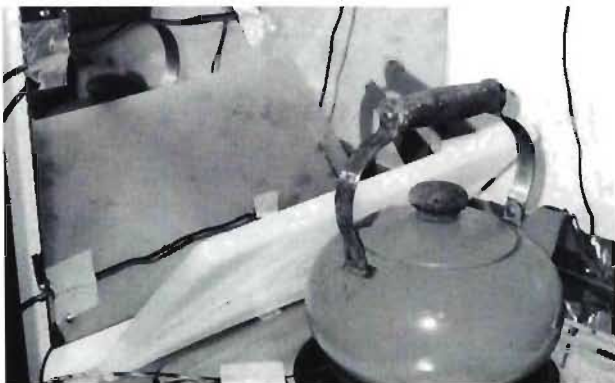


写真 5 ホーロー製やかんにまな板を接触

表 2 実験 1 に基づく各分類ごとの周囲最高温度測定結果

| 試験種別 | 電熱器周囲 | ユニット壁周囲 | 天井周囲 |
|--------|---------------------------|-------------------|-----------------|
| 平常温度上昇 | 1-A ⑩電熱器パネル裏面 67°C | ⑫防熱板下部 33°C | ⑳天井中央部 34°C |
| | 1-B ①電熱器下部カバー 102°C | ⑰ユニット裏側下部 33°C | ⑳天井中央部 32°C |
| 異常温度上昇 | 1-C ①電熱器下部カバー 140°C | ⑦電熱器側面木部 50°C | ㉑吊り戸棚下部 50°C |
| | 1-D ①電熱器下部カバー 214°C | ⑦電熱器側面木部 63°C | ⑳天井中央部 42°C |

(4) 実験 4 (写真 5 参照)

ア こんろ上に空のホーロー製やかんを置き、その上にまな板を横にしてやかんに立てかける。

イ 電気こんろの温度設定を最高温度 (強 7) にし、点火後まな板が軟化してこんろのシーズヒーターに接触出火した後、炎の高さがミニキッチンの天井部分に立ち上がった時点で中止する。

ウ その他は前記(1)ア(ア),(イ),(ウ),(エ)と同様に実施した。

に基づき、各3回づつ5時間測定を行った。その測定結果をミニキッチンの電熱器周囲、キッチンユニット壁周り、キッチンユニット天井部分周りの3つに分類して図2～13のグラフに示した。

これより、平常温度上昇試験及び異常温度上昇試験の鉄板については、1時間経過後ほぼ一定温度となり、また異常温度上昇試験のやかんについても、内部の水が無くなってから1時間経過後に一定温度状態を保った。

異常温度上昇試験で、試験前と終了後に絶縁抵抗を測定した結果、全ての測定値が50MΩ以上であった。それぞれの周囲温度の最高温度測定点を表2に示す。

(2) 実験2

次表のとおり条件を3つに分けて実験した。

| 実験 | 条件設定 | | | 結果 |
|-----|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------|
| | こんろの上 | こんろの周囲 | こんろの下部 | |
| 2-1 | ステンレス製 やかん 水1ℓ | こんろ奥に まな板 天ぷら油 | こんろカ バーにぼろ 布接触 | 図14の とおり |
| 2-2 | ホーロー製 やかん 水なし | こんろ左に まな板、奥 に天ぷら油 | 〃 | 図15の とおり |
| 2-3 | 鉄板 | 〃 | 〃 | 図16の とおり |

実験2-1においては、こんろ上にステンレス製やかんを載せ、まな板をユニット奥の壁に立てかけた時のまな板の前面中央部の温度は最高73℃になった。

実験2-2では、こんろ上にホーロー製やかんを載せ、まな板をこんろ左側壁に立てかけた時の最高温度は、まな板前面下部が108℃、上部71℃になった。

また、実験2-3では、こんろ上に鉄板を置き前記実験2-2と同様に行った時のまな板の最高温度は、上部が71℃下部は67℃であった。実験2-1及び2-2でまな板は、熱を強く受けた部分が楕円形に透明に変化したが、その他の天ぷら油の入った容器等は何の変化もなく発火には至らなかった。

電気こんろ下部のこんろ保護カバーに接触させたぼろ布は、実験2-1のステンレス製やかんの時に、最高温度229℃に上昇し、若干黄色に変色した。

まな板や醤油容器の熱分析装置による分析の結果は、ポリエチレンを主成分とするもので、融点約97℃、発

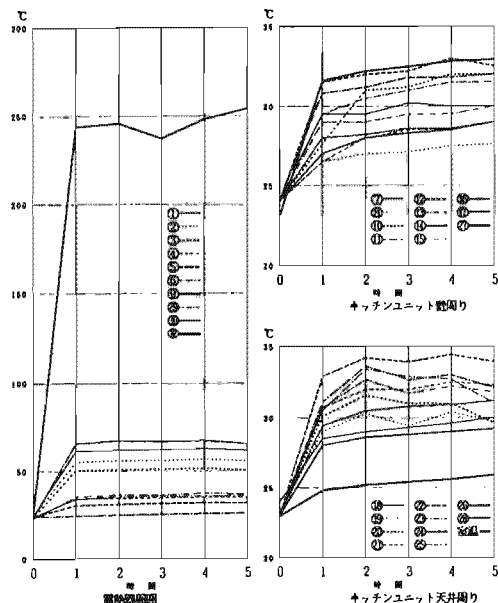


図2 実験1-A (1回目) 測定結果

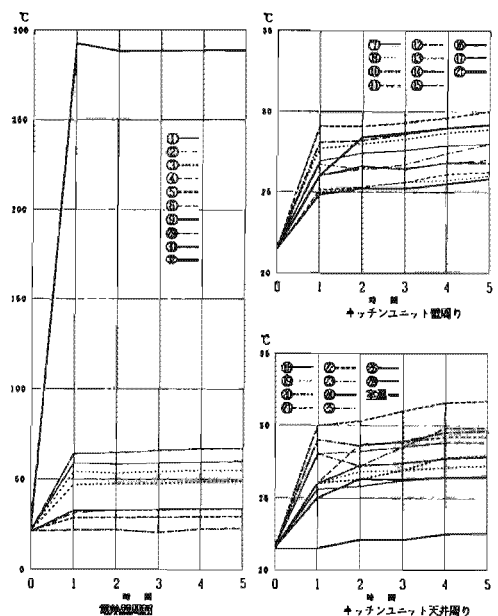


図3 実験1-A (2回目) 測定結果

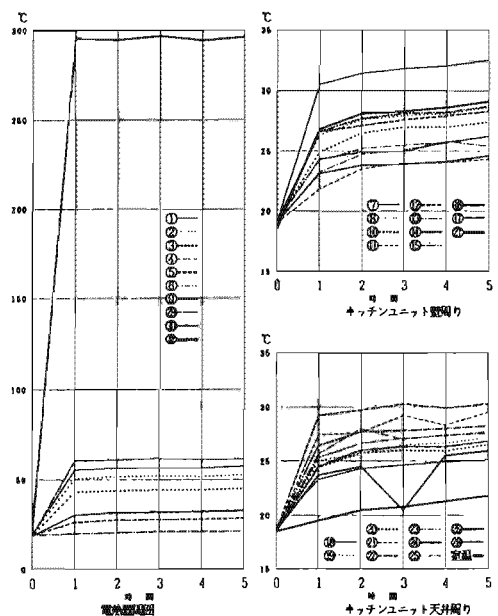


図4 実験1-A (3回目) 測定結果

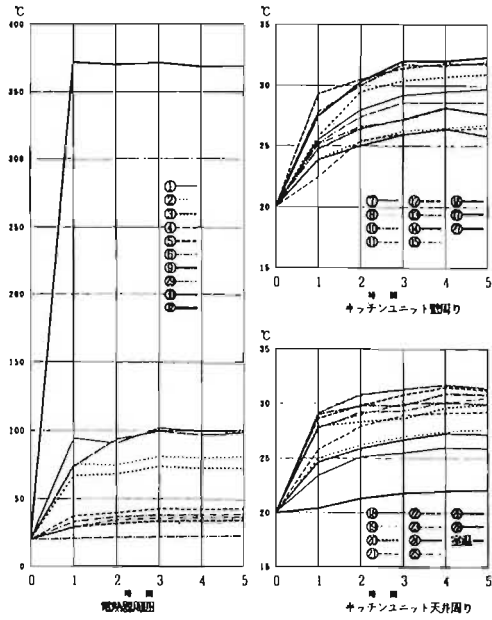


図5 実験1-B (1回目) 測定結果

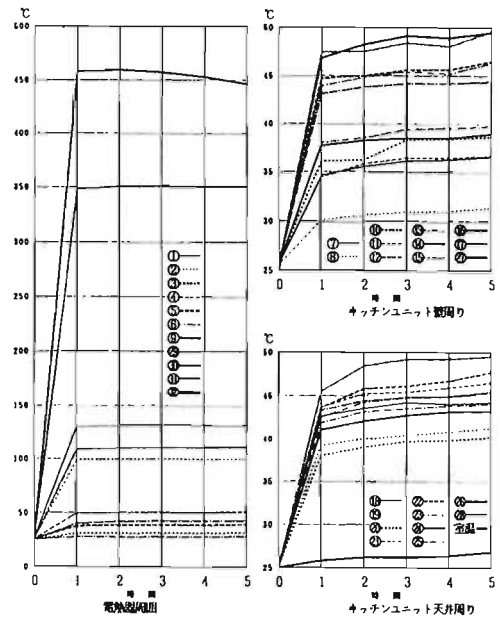


図8 実験1-C (1回目) 測定結果

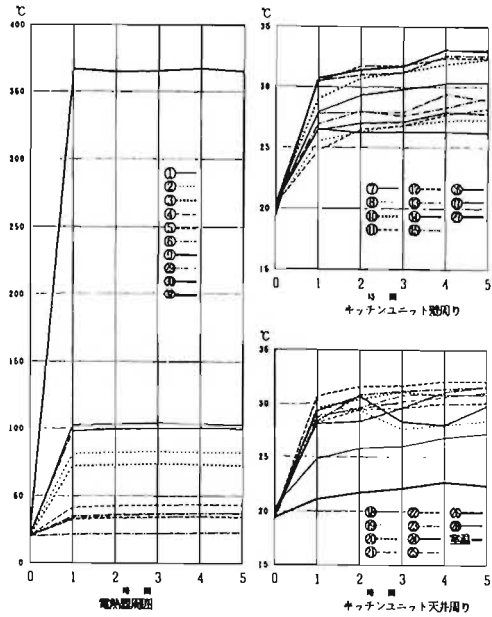


図6 実験1-B (2回目) 測定結果

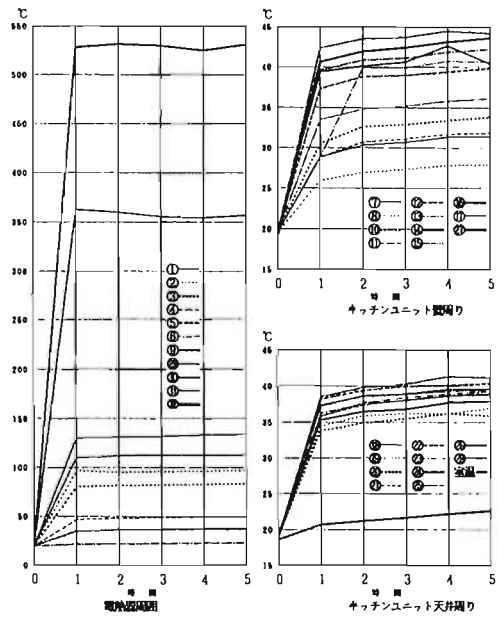


図9 実験1-C (2回目) 測定結果

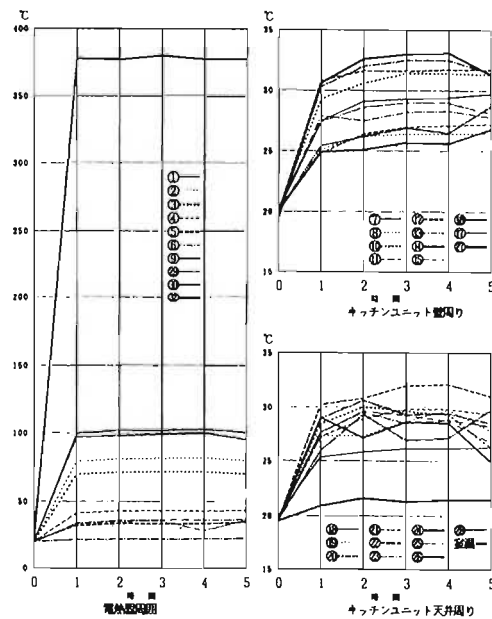


図7 実験1-B (3回目) 測定結果

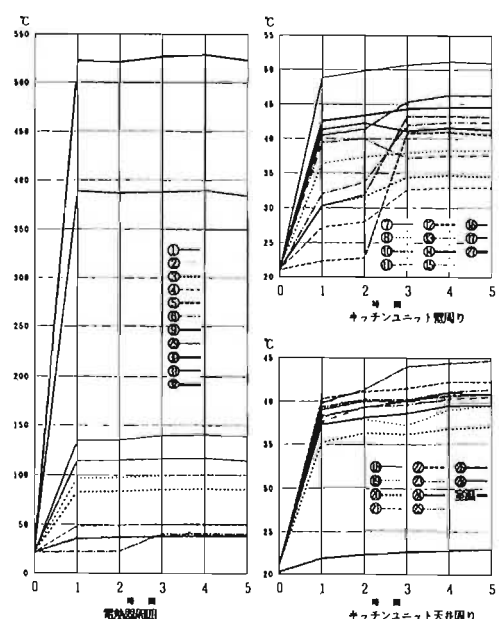


図10 実験1-C (3回目) 測定結果

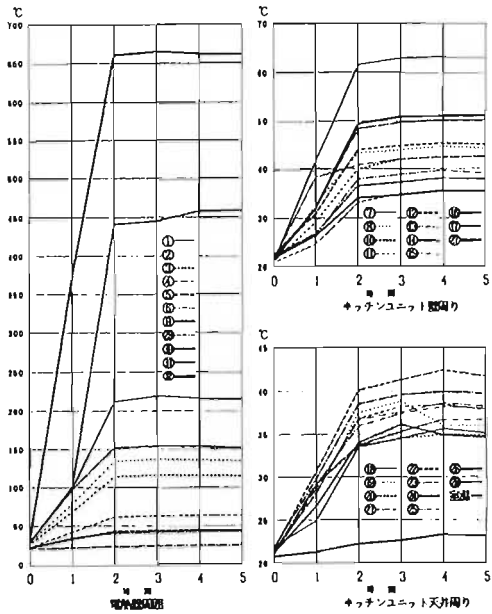


図11 実験 1-D (1回目) 測定結果

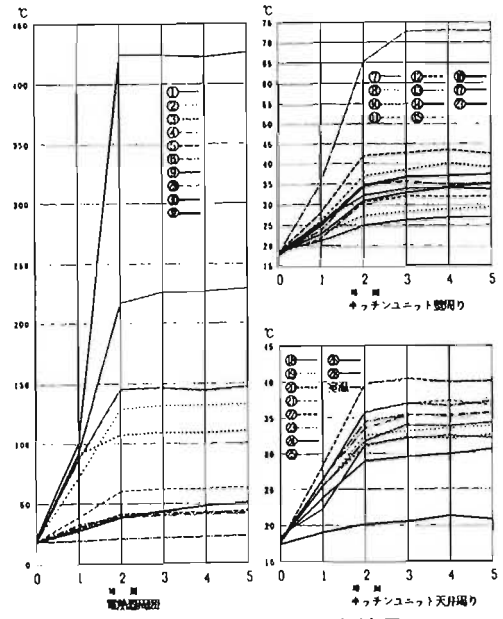


図14 実験 2-1 測定結果

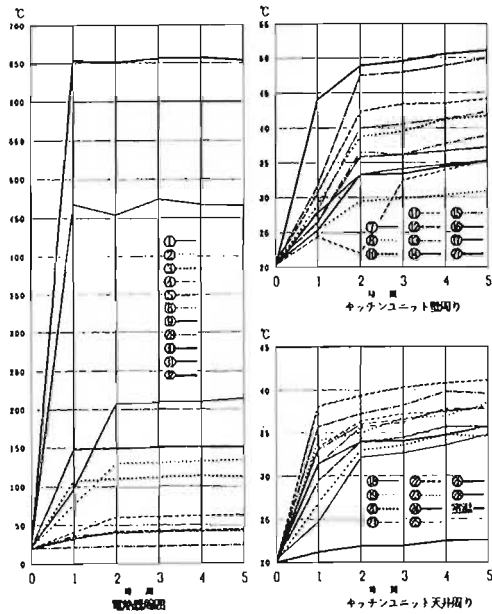


図12 実験 1-D (2回目) 測定結果

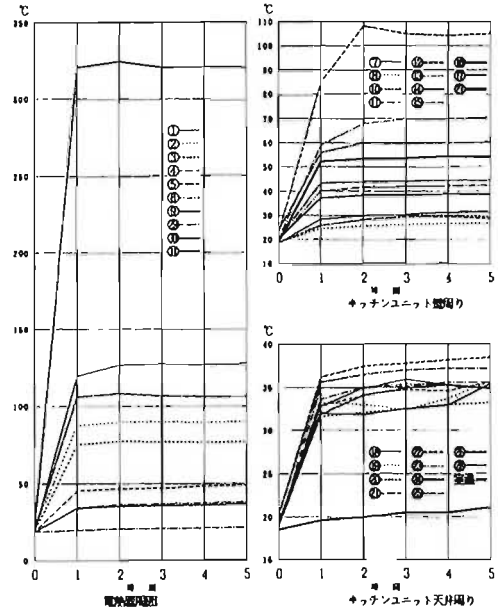


図15 実験 2-2 測定結果

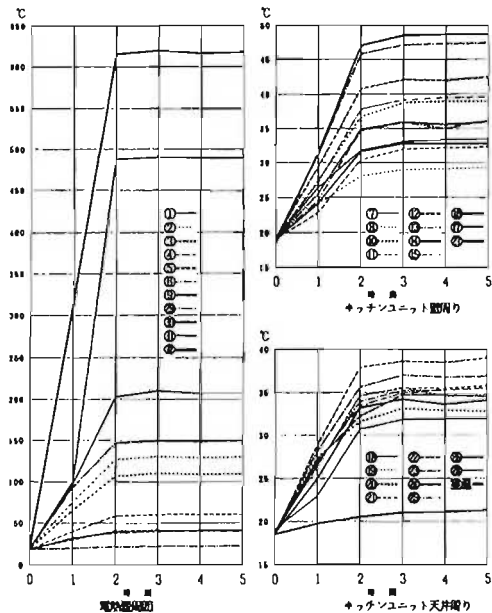


図13 実験 1-D (3回目) 測定結果

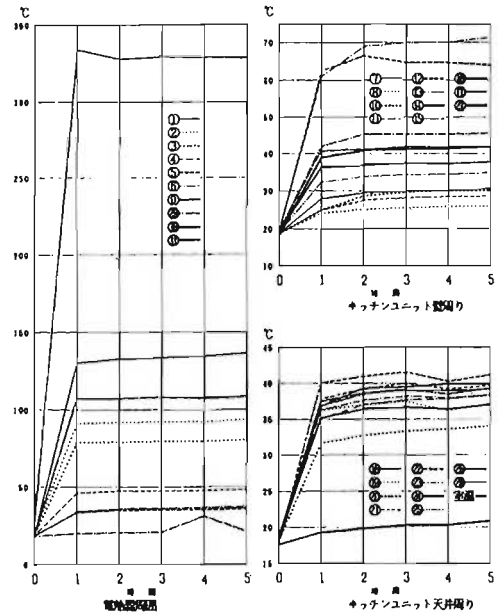


図16 実験 2-3 測定結果

火点360°C以上であった。

これはポリエチレン製のまな板等は、97°C付近で軟化・溶融し、360°C位から発火に至ることを示している。

(3) 実験3

各実験とも同じような条件で点火したにもかかわらず、燃焼の状況が三者三様でいちがいには比較できないが、可燃材料の化粧合板(3mm)については明らかにまな板のある側板下部から延焼拡大の様相を示したが、不燃材料の石膏ボード(9mm)及び大平板(4mm)については、相当燃焼したにもかかわらず、側壁及び奥壁下部の裏板が若干炭化しただけであった。

(4) 実験4

(写真6～8参照)

まな板は、実験開始後30分位からやかんに接触している部分が透明になり、下方に湾曲が始まり、ゆっく

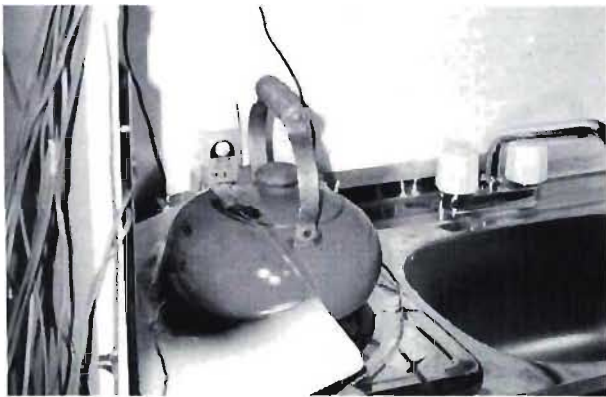


写真6 まな板の軟化状況



写真8 焼損状況

り軟化しこんろ周囲に落下した。87分後には煙が発生し、周囲に落下したまな板は、ヒーターに接触し発火した。その後、炎が大きくなるにつれて軟化部分が液化して、電気こんろ周囲に拡散し、更に炎が拡大していった。96分後には、液化化したまな板が、こんろ下部の収納部に落下し始めた。97分後、炎の高さが50cm以上になり、こんろ全体が炎に包まれた。天ぷら油の容器が溶融し、内部の油が流出して炎が一段と強くなった。

7 考察

- (1) 実験1で黄銅製円筒型鍋とステンレス製やかんを比べた場合、電熱器下部の温度に差が生じており、ステンレス製やかんの方が温度が高くなっている。これは黄銅製円筒型鍋の底部に黒色の耐火塗料が塗ってあるため、熱を吸収しやすいのに対し、ステンレス製やかんの底部は光熱を反射するために、温度差が生じたものと思われる。
- (2) ㈱日本電機工業会の自主試験基準に基づく「平常温度上昇」及び「異常温度上昇」試験については、各測定点の温度上昇結果が基準値(表1備考欄参照)以下であり、支障ないものと思われる。
- (3) ステンレス製やかんを用いた異常温度上昇試験(実験1-D)で電熱器下部のこんろカバー部分が214°Cに達した。実験2では、その部分にボロ布を接触させ、ボロ布の中の温度を測定したところ最高229°Cまで達した。その時のボロ布の状況は、若干黄色く焦げている。



写真7 延焼状況

るのが確認された。このため、やかんや鍋等で材質がステンレス製などで、電気こんろに接する部分に光沢があり、光や熱を反射するような容器については、こんろ下部の温度が上がり、その真下に可燃物が接触して置かれている様な場合、出火する危険があるものと思われる。

- (4) こんろ周囲にまな板等を置いた場合の温度測定（実験2）では最高108°Cで、発火に至るまでの温度には達しなかった。しかし、この実験では、まな板の温度測定をするために、まな板中央に熱電対を取り付けていたので、こんろの熱を受けて変形したまな板は、熱電対に引っ張られる形になり、倒れることはなかった。熱電対を付けていなければ、まな板が軟化し湾曲したとき、こんろ上に倒れ、出火する可能性も考えられた。
- (5) 実験3でミニキッチン上段部分の内側仕上材が不燃材であれば、コンロ上で可燃物が燃焼しても、裏側へ延焼していく可能性は少ないと思われる。
- (6) 実験4から、まな板がコンロ上で燃えると溶融液状化して、火の付いた状態でコンロ下方に落下すること

から、ミニキッチン下部の収容物等に延焼し拡大することが十分考えられる。

8 まとめ

- (1) 石膏ボード等の不燃材を、ミニキッチン周囲の壁に使用すれば、ミニキッチンからの周囲への延焼阻止に有効である。
- (2) まな板等の溶解物は電熱器の受皿やカバーから、電熱器下の収納部分に落下するので、炎の拡大の原因となり危険が大きいことが確認できた。このことから、電熱器受皿やカバーから、電熱器の下の部分に落下しない構造にする等の対策が望まれる。
- (3) ミニキッチンからの出火は、可燃物が電熱器周囲に接触し発火に至る、という危険性が一番高いと思われる。このことから、まな板等の可燃物を電熱器周囲に置けない構造にしたり、他の場所にまな板等を収納するか、あるいは電熱器の熱的影響を受けないところに固定する、などの措置が有効と思われる。