

## 火気使用器具の安全化に関する研究(その1)

## — 200V電気調理器具の安全性 —

## Study of a 200 V Electric Cooker's Safety

松原 常夫\*

渡辺 孝夫\*\*

伊藤 睦夫\*\*

## 概 要

電気調理器具は、熱伝導により鍋等を直接加熱するので、熱エネルギーの効率が良く、また、200V電源の調理器具は、ハイカロリー・ハイパワーが得られるので最近多く使われている。

今回は、200V電源の調理器具に使用されている、ハロゲンヒーターの安全性に関する実験を行った。

結果は

1. トッププレートは高温になるので、火傷の受傷や可燃物等の落下等により、火災に至る可能性がある。
2. 発熱部の面積より小さい鍋や、大きさ・材質の同じ鍋でも底の形状が凹型の鍋を使用すると、周囲の壁体温度は高くなる。

Due to the direct heating by thermal conduction, the electric cookers are superior to others in thermal energy efficiency and are widely used. Though the 200V electric cooker attracts considerable attention for its high heating performance, its safety has not been confirmed.

Tests were made with respect to the safety of the halogen heaters for 200V electric cookers.

The results were as follows.

1. As the surface of the cooker shows high temperature, it could cause a fire if combastible materials fall on it.
2. The wall near the cooker could show high temperature when a pot of smaller or depressed bottom is heated.

## 1. はじめに

従来の電気調理器具に使用されている電気ヒーターは、ニクロム線ヒーターや、発熱体が金属パイプやプレートで保護されているシーズヒーター等が多く使われているが、最近、家電各社からハロゲンランプを熱源にした電気調理器具が発売されている。

今回は、そのハロゲンヒーターを用いたクッキングヒーターについて、その性能上鍋の材質・大きさ・鍋の形状によって周囲温度が大きく作用されることが予想されるため、これらが事故に至る原因となるのか、またどの様な危険性があるか把

握するため実験を行った。

## 2. ハロゲンヒーターの概要

## (1) ハロゲンヒーターとガステーブルの比較

## ア 加熱方式の違いによる熱効率

ハロゲンヒーターは、加熱方式が直接鍋に接触(伝導・直接加熱)するので、効率は、70~74%になる。

ガステーブルは、ガスの炎による対流・間接加熱であり、効率は約47%である。

## (2) ハロゲンランプの原理と特長

## ア 原理

石英ガラス管の中で、ハロゲン(ヨウ素、臭素、塩素、フッ素等)が、タングステンと結合したタングステンハロゲン化合物となる。

タングステンハロゲン化合物は、250°C

\*野方消防署 \*\*第二研究室

～1400°Cの間で安定する。

イ 特長

(7) ハロゲンランプは、石英ガラス管内壁に黒化が生じないので光出力や、色温度の減衰が少なく安定している。

(イ) 寿命が長い。(7,500時間以上)

(3) 安全装置の種類

メーカー・機種・さらに生産された年代によって安全装置に違いがあるが、主として次の安全装置及び機能がある。

ア 過熱防止装置

鍋の温度が異常に上昇したとき通電を止める。

イ 温度調整機能

100から200°Cの間の温度に保つ。

ウ ヒーター自動 OFF 機能

1時間操作キーに触れないと、自動的に通電を止める。

エ やけど注意表示

プレートが熱いときランプ（音声）で知らせる。

オ キー誤操作防止機能

1秒以上スイッチを押さないと作動しない。

カ カンガルーポケット

操作時のみスイッチ板を出す。

(身体の接触等でスイッチが入らない構造)

3. 供試体及び実験装置

(1) 供試体 (写真1参照)

単相200V500Wハロゲンランプ4本組込み  
定格2.0kw (直径18cm)

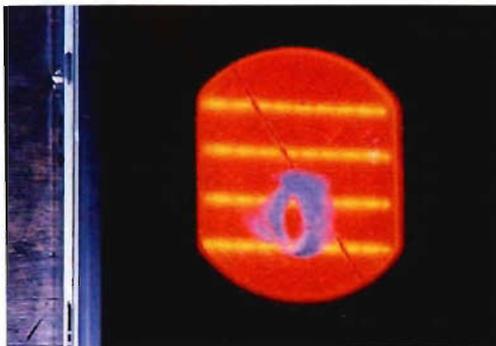


写真1 ハロゲンヒーター

(2) 実験装置

ア 熱電対

0.32mm タイプT・タイプK

イ 試験台

(7) 試験台は、厚さ30mmの合板で内壁にはつやのない黒ペイント仕上げ。

(イ) 壁体の温度測定方法は、JIS2101に従って壁の表面から約1mmの深さに熱電対を埋め込み測定する。

ウ 鍋 (種類は次表による)

種類	外形 cm	重量g	材 料
I 片手鍋	16(1.4ℓ)	200	アルミニウム
II 片手鍋	16(1.4ℓ)	200	アルミニウム
III 両手鍋	23(3.6ℓ)	510	アルミニウム
IV 片手鍋	16(1.5ℓ)	590	ステンレス
V 両手鍋	23(4.7ℓ)	1,210	ステンレス

(IIの鍋底は凹で、他の鍋底は平らである。)

4. 実験方法

(1) ハロゲンヒーターに前記ウの鍋を載せ、次の温度分布を測定した。

ア 壁体の温度分布 (図1参照)

周囲の温度分布を測定するため、試験台上に供試体を載せ、ハロゲンヒーターに最も近いところの壁体に熱電対を50点埋め込み測定する。

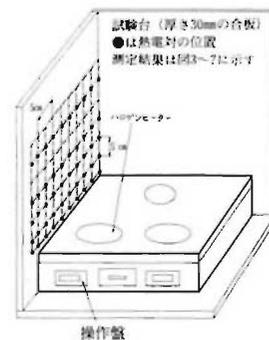


図1 熱電対測定位置 (壁体)

イ クッキングヒーターの各部の温度

クッキングヒーターの取付け枠の側面及び前面、さらにプレート上及びハロゲンヒーターの中心及び外側の温度を測定する。

(図2参照)

実験1 ステンレス製 (23cm) 鍋 (V)

実験2 アルミニウム製 (16cm) 鍋 (II)

実験3 ステンレス製 (16cm) 鍋 (IV)

実験4 アルミニウム製 (16cm) 鍋 (I)

実験5 アルミニウム製 (23cm) 鍋 (III)

(2) 温度調整 (火力調整) は、最大で実施する。

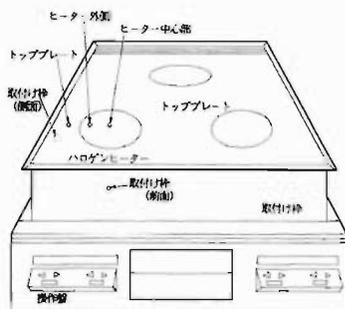


図2 熱電対測定位置(各部)

- (3) 鍋の中に入れる水は、最大容量の8割とし、半分に減少した時点で沸騰した湯を同量加える。
- (4) 計測時間は、1時間とする。  
(1時間経過すると、ヒーター自動OFF機能が作動し通電を停止するため。)

## 5. 実験結果

### (1) 実験1 (ステンレス製(23cm)鍋)

#### ア 取付け枠(側面)温度

時間に対する温度上昇は、次表のとおり。

時間(分)	温度	温度差	上昇速度
0~10	20.0~29.5°C	9.5°C	0.95/分
10~20	29.5~42.0°C	12.5°C	1.25/分
20~30	42.0~52.0°C	10.0°C	1.00/分
30~40	52.0~56.2°C	4.2°C	0.42/分
40~50	56.2~59.8°C	3.6°C	0.36/分
50~60	59.8~60.5°C	0.7°C	0.07/分

#### イ 取付け枠(前面)温度

時間に対する温度上昇は、次表のとおり。

時間(分)	温度	温度差	上昇速度
0~10	18.9~24.4°C	5.5°C	0.55/分
10~20	24.4~34.7°C	10.3°C	1.03/分
20~30	34.7~42.3°C	7.6°C	0.76/分
30~40	42.3~48.2°C	5.9°C	0.59/分
40~50	48.2~51.9°C	3.7°C	0.37/分
50~60	51.9~53.8°C	1.9°C	0.19/分

#### ウ 発熱部中心の温度

通電開始後2分で225°Cまで上昇し、一度200°C弱まで下がり再び上昇する。10分過ぎから250°C付近で一定温度を保っている。

#### エ 発熱部外側の温度

通電開始後4分間で300°Cまで上昇し、22分まで緩やかに上昇し、350°Cに達した。その後は、350°Cで一定温度を保っている。

#### オ トッププレートの温度

通電開始後10分間は、8.0°C/分で上昇し、10分から30分の間は3.0°C/分で上昇、30分から60分は0.4°C/分というスピードで上昇しており、60分後では173.2°Cに達した。

#### カ 壁体の温度分布 (図3参照)

通電前の壁体温度は、10.0°Cである。

通電開始15分後では、最も発熱部に近い場所では30°Cである。30分後では39°Cに、45分後では44°Cに、また60分後では46°Cに上昇した。

### (2) 実験2 (アルミニウム製(16cm)鍋)

#### ア 取付け枠(側面)温度

時間に対する温度上昇は、次表のとおり。

時間(分)	温度	温度差	上昇速度
0~10	18.0~28.1°C	10.1°C	1.01/分
10~20	28.1~39.4°C	11.3°C	1.13/分
20~30	39.4~47.2°C	7.8°C	0.78/分
30~40	47.2~51.9°C	4.7°C	0.47/分
40~50	51.9~54.8°C	2.9°C	0.29/分
50~60	54.8~57.3°C	2.5°C	0.25/分

#### イ 取付け枠(前面)温度

時間に対する温度上昇は、次表のとおり。

時間(分)	温度	温度差	上昇速度
0~10	18.0~24.2°C	6.2°C	0.62/分
10~20	24.2~33.7°C	9.5°C	0.95/分
20~30	33.7~42.6°C	8.9°C	0.89/分
30~40	42.6~48.2°C	5.6°C	0.56/分
40~50	48.2~52.0°C	3.8°C	0.38/分
50~60	52.0~53.5°C	1.5°C	0.15/分

#### ウ 発熱部中心の温度

通電開始後2分間は急激に上昇し600°Cに達し、10分後に660°Cに達した。その後、温度は一定温度を保っている。

#### エ 発熱部外側の温度

通電開始後2分間は急激に上昇し500°Cに達している。その後、11分まで緩やかに上昇して600°Cに達し、その後は一定温度を保っている。

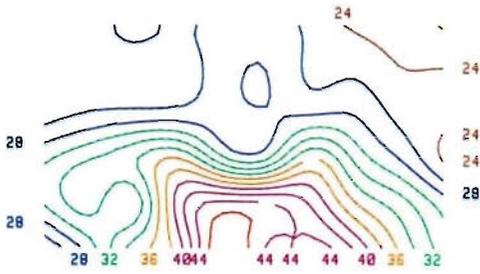


図3 ステンレス (23cm) 60分後

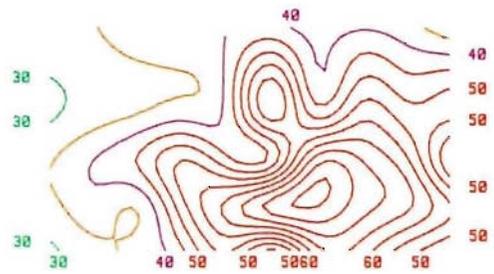


図4 アルミニウム (16cm凹底) 60分後

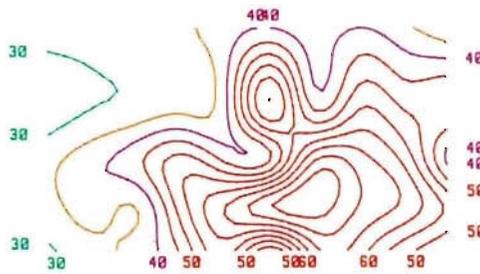


図5 ステンレス (16cm) 60分後

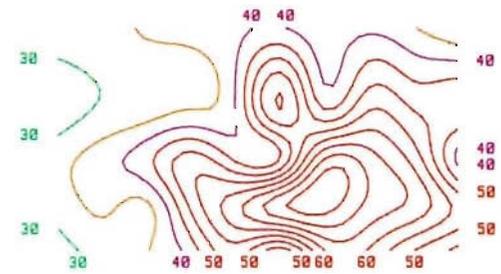


図6 アルミニウム (16cm) 60分後

(3) 実験3 (ステンレス製 (16cm) 鍋)

ア 取付け枠 (側面) 温度

時間に対する温度上昇は、次表のとおり。

時間(分)	温度	温度差	上昇速度
0~10	17.5~26.7°C	9.2°C	0.92/分
10~20	26.7~38.5°C	11.8°C	1.18/分
20~30	38.5~44.1°C	5.6°C	0.56/分
30~40	44.1~49.5°C	5.4°C	0.54/分
40~50	49.5~51.5°C	2.0°C	0.20/分
50~60	51.5~53.4°C	1.9°C	0.19/分

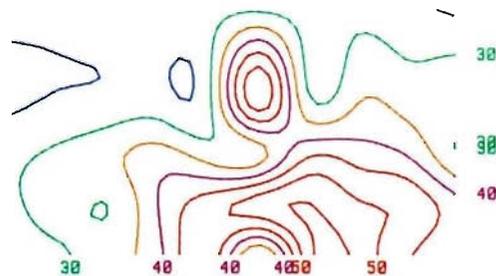


図7 アルミニウム (23cm) 60分後

オ トッププレートの温度

通電開始後13分間は5.9°C/分で上昇しており、13分からは1.0°C/分というゆっくりとしたスピードで上昇している。60分後では146.0°Cに達した。

カ 壁体の温度分布 (図4参照)

通電前の壁体温度は、10.0°Cである。

発熱部から3cm上方の位置が最も高い温度になった。通電開始15分後で48°C、30分後では66°Cに、45分後では75°Cに、また60分後では、80°Cに上昇した。

イ 取付け枠 (前面) 温度

時間に対する温度上昇は、次表のとおり。

時間(分)	温度	温度差	上昇速度
0~10	17.0~23.1°C	6.1°C	0.61/分
10~20	23.1~32.3°C	9.1°C	0.91/分
20~30	32.3~40.3°C	8.0°C	0.80/分
30~40	40.3~44.8°C	4.5°C	0.45/分
40~50	44.8~48.3°C	3.5°C	0.35/分
50~60	48.3~50.1°C	1.8°C	0.18/分

ウ 発熱部中心の温度

通電開始後2分35秒で300°Cまで急激に上昇し、10分までは緩やかに330°Cまで上昇した後は、一定温度を保っている。

エ 発熱部外側の温度

通電開始後7分間は温度上昇を続け375°Cに達している。その後20分までは、一定温度を保っているが、25分後に25°C上昇し400°Cに達した。その後は、大きな変化はない。

オ トッププレートの温度

通電開始後12分間は6.7°C/分で上昇し、その後は0.77°C/分のゆっくりとしたスピードで上昇し60分後には137°Cに達した。

カ 壁体の温度分布 (図5参照)

通電前の壁体温度は、10.0°Cである。発熱部から3cm上方の位置が最も高い温度になっている。

通電を開始15分後で51°Cである。30分後では66°Cに、45分後では70°Cに、また60分後では、75°Cに上昇した。

(4) 実験4 (アルミニウム製 (16cm) 鍋)

ア 取付け枠 (側面) 温度

時間に対する温度上昇は、次表のとおり。

時間(分)	温度	温度差	上昇速度
0~10	21.2~28.5°C	7.3°C	0.73/分
10~20	28.5~39.5°C	11.0°C	1.10/分
20~30	39.5~47.8°C	8.3°C	0.83/分
30~40	47.8~49.9°C	2.1°C	0.21/分
40~50	49.9~52.4°C	2.5°C	0.25/分
50~60	52.4~53.0°C	0.6°C	0.06/分

イ 取付け枠 (前面) 温度

時間に対する温度上昇は、次表のとおり。

時間(分)	温度	温度差	上昇速度
0~10	20.0~24.1°C	4.1°C	0.41/分
10~20	24.1~34.2°C	10.1°C	1.01/分
20~30	34.2~40.9°C	6.7°C	0.67/分
30~40	40.9~46.2°C	5.3°C	0.53/分
40~50	46.2~48.3°C	2.1°C	0.21/分
50~60	48.3~50.0°C	1.7°C	0.17/分

ウ 発熱部中心の温度

通電開始後2分03秒で500°Cまで急激に上

昇している。その後、30秒間で50°C上昇し、550°Cに達し一定温度を保っている。

エ 発熱部外側の温度

通電開始後2分間で400°Cまで上昇し、その後2分間で45°C上昇し445°Cに上昇している。その後は一定温度を保っている。

オ トッププレートの温度

通電開始後11分までは6.7°C/分で上昇し、その後は、0.86°C/分で上昇して、60分後では136°Cに達した。

カ 壁体の温度分布 (図6参照)

通電前の壁体温度は、10.0°Cである。発熱部から3cm上方の位置が最も高い温度になっている。

通電開始15分後では54°Cである。30分後では66°Cに、45分後では70°Cに、また60分後では、75°Cに上昇した。

(5) 実験5 (アルミニウム製 (23cm) 鍋)

ア 取付け枠 (側面) 温度

時間に対する温度上昇は、次表のとおり。

時間(分)	温度	温度差	上昇速度
0~10	20.0~28.7°C	8.7°C	0.87/分
10~20	28.7~40.6°C	11.9°C	1.19/分
20~30	40.6~49.0°C	8.4°C	0.84/分
30~40	49.0~52.3°C	3.3°C	0.33/分
40~50	52.3~54.9°C	2.6°C	0.26/分
50~60	54.9~57.4°C	2.5°C	0.25/分

イ 取付け枠 (前面) 温度

時間に対する温度上昇は、次表のとおり。

時間(分)	温度	温度差	上昇速度
0~10	19.8~24.7°C	4.9°C	0.49/分
10~20	24.7~35.0°C	10.3°C	1.03/分
20~30	35.0~43.7°C	8.7°C	0.87/分
30~40	43.7~48.7°C	5.0°C	0.50/分
40~50	48.7~50.3°C	1.6°C	0.16/分
50~60	50.3~52.9°C	2.6°C	0.26/分

ウ 発熱部中心の温度

通電開始後2分で500°Cまで急激に上昇し、その後16分間で50°C上昇し550°Cに達し、その後は一定温度を保っている。

エ 発熱部外側の温度

通電開始後2分で335°Cに達し、その後11分まで緩やかに上昇を続け400°Cに達した。

その後は一定温度を保っている。

#### オ トッププレートの温度

通電開始後11分までは7.9°C/分で上昇し、11分から26分間は2.0°C/分で上昇、その後は0.39°C/分というゆっくりとした上昇をし、60分後では150.3°Cに達した。

#### カ 壁体の温度分布 (図7参照)

通電前の壁体温度は、10.0°Cである。

発熱部から3cm上方の位置が最も高い温度になっている。

通電開始15分後では30°Cである。30分後には39°C、45分後では44°Cに、また60分後では、46°Cに上昇した。

## 6. 考 察

### (1) 取付け枠(側面)について

最も温度が高くなったのは、ステンレス製の22cm鍋を使用した場合で、60.5°Cに達している。

逆に一番温度が上がらなかったものは、アルミニウム製の底が平な16cm鍋を使用した場合で、そのときの温度は53.0°Cであった。その差は、7.5°Cとそれほど大きな差はなかった。

### (2) 取付け枠(前面)について

この場合も(側面)と同様、最も温度が高かったのは、ステンレス製の22cm鍋で53.8°Cであり、一番温度が上がらなかったものは、アルミニウム製の底が平な16cm鍋で、50.0°Cである。

### (3) 発熱部中心について

鍋の材質での違いをみると、ステンレス製の鍋を使用した場合は、最も高く温度が上昇した16cm鍋でも、340°Cまでしかならなかった。

また、発熱部が全て覆ってしまう23cm鍋の場合は、300°C弱までしか上昇しなかった。アルミニウム製の鍋は、大きさに関係なく全て500°C以上に達した。最も高温になったのは、底が凹型になっている16cm鍋で、660.3°Cまで達した。

### (4) 発熱部外側について

ステンレス製の鍋を使用した場合、400°C弱までしか温度が上昇しないのに比べ、アルミニウム製鍋は、底が平なものでも400°Cを超えており、底が凹型のものは600°Cに近い温度まで上昇した。

### (5) トッププレートについて

鍋の大きさ・材質・底形に関係なく、全ての場合に140°C以上に達しており、火傷の受傷はもちろん、可燃物等の落下あるいは可燃物をトッププレート上に置いてあった場合等には火災に至る可能性がある。

### (6) 壁体の温度分布について

最も壁体の温度上昇が小さかったのは、ステンレス製の23cm鍋とアルミニウム製の23cm鍋で、共に60分後において46.0°Cであった。次に温度上昇が小さかったものは、ステンレス製の16cm鍋とアルミニウム製の16cm鍋で、これも共に60分後において75.0°Cであった。

逆に一番温度上昇が大きかったのは、アルミニウム製で底形が凹型の16cm鍋で、60分後に80.0°Cまで上昇した。

このことから、発熱部を全て覆ってしまう大きな鍋を使用した場合と、小さな鍋を使用した場合とに大きな違いが現れた。さらに、底の形が凹型の鍋を使用した場合、同じ材質・大きさの鍋を使用した場合よりも壁体の温度が高くなっていることから、鍋底の形によっても影響が生じている。

また、最も熱を受け易い場所は、鍋の材質・大きさ等による違いはなく、発熱部の真横から上方3cm前後の位置が最も強い熱を受けている。

## 7. ま と め

暮らしに「快適性」「ゆとり」を求める人が多くなり、より安全で便利な機器の要求が高まり、住宅設備についても質の向上や機能の充実が求められている。

電気クッキングヒーターは、燃焼方式の調理器具と異なり炎(酸素を必要とする燃焼)がなく、熱伝導による直接加熱を主体としているため、熱エネルギーが有効に利用できる。

しかし、使用する鍋の大きさ・形状・材質に関係なく、トッププレートは高温となり、調理後に通電を停止しても数10分は高温となっているので、火傷あるいは可燃物の接触により火災に至る危険性があり、取扱を含め対策が必要である。

今後引き続き、安全装置等の故障時のフェールセーフ機能の確認や、予想される事故発生要因の究明を行っていく。