

付録C 電子レンジ 性能測定マニュアル（参考）

周波数が 2450MHz 帯のマイクロ波によって食品の加熱を行うマイクロ波出力 2kW 以下の電子レンジ、および、付加装置をもつ電子レンジとする。なお、電気機器に限る。

付加装置は、効果的な調理ができるように付加された電熱装置または蒸気発生装置とする。電熱装置には、庫内温度を制御するオーブン機能型、放射熱を制御するグリル機能型、または、オーブン機能およびグリル機能の複合型などがある。

枠内の文章は本基準からの引用である。

準備 試験機器の他に次のものを用意する。

① **熱効率試験用ビーカー**

「JIS R3503 化学分析用ガラス器具」に規定された硬質1級、容量500mlのビーカーを8個以上、ただし、500mlのビーカー4個が庫内に入らない場合は、4個が庫内に入る最大容量のビーカーを使用してもよい。

② **試験食材**

- ・ 冷凍ハンバーグ（150g）数個
- ・ 冷凍しゅうまい（15g）28 個＋予備
- ・ 食パン（ヒータ加熱機能を有するもののみ）庫内に九枚入るサイズにカットした六枚切り食パン 27 枚＋予備試験回数×9 枚

③ **測定機器**（校正を確認すること。）

電力積算測定器（電圧確認できるもの）1 台、デジタル芯温計、ストップウォッチ 1 個、（電熱機能を有するものは、更に温度記録計 1 台、温度センサー（熱電対）1 本以上）

④ **電圧調整器**：（電圧調整の必要があれば）

(1) 定格消費電力

定格エネルギー消費量 p_r [kW] は、式(a)の試験機器の最大エネルギー消費量と定格エネルギー消費量の差 ε_p [%] がエネルギー消費量の許容差に適合するように、定格エネルギー消費量を定める。

定格エネルギー消費量の電気およびガスの区別は、「**定格消費電力**」および「定格エネルギー消費量（ガス）」の用語によって行う。

$$\varepsilon_p = \left(\frac{p_x}{p_r} - 1 \right) \times 100 \quad (a)$$

p_r : 定格エネルギー消費量[kW]

p_x : 試験機器の最大エネルギー消費量[kW]

ε_p : 試験機器の最大エネルギー消費量と定格エネルギー消費量の差[%]

試験機器の最大エネルギー消費量

最大エネルギー消費量の電気およびガスの区別は、「**最大消費電力**」および「最大ガス消費量」の用語によって行う。

「JIS C9250 電子レンジ」8.2.3 の消費電力試験に準じて、試験機器の最大消費電力 p_x [kW] を測定する。

定格消費電力の許容差

電気機器の消費電力の許容差は、誘導加熱式またはマイクロ波加熱式の試験機器の場合には $\pm 10\%$ 以内とし、それ以外の試験機器の場合には、 -10% 以上かつ $+5\%$ 以下とする。

※本基準の試験機器は、業務用を対象としているため、定格消費電力が 1kW を超えるものを前提としている。

※試験機器の定格消費電力の許容差は、 $\pm 10\%$ 以内である。

※「JIS C9250 電子レンジ」および電気用品の技術上の基準を定める省令の解釈 別表第八では、電熱装置を有するものにあつては、電熱装置の定格消費電力を分けて表示するように求められている。その場合の消費電力の許容差は、 -10% 以上かつ $+5\%$ 以下である。

「JIS C9250 電子レンジ」からの引用

①マイクロ波加熱のみの試験機器

「JISC9250 電子レンジ」8.1.1 の条件で 2 分間動作 1 分間休止する操作を繰り返し、消費電力がほぼ一定となったときにその値を測定する。

なお、短時間高出力機能をもつもので、各部の温度がほぼ一定になったときにその機能が動作しなくなるものは、機能の復活に要する最低の休止時間を経過した後に、高出力機能の動作状態での消費電力を測定する。

②マイクロ波加熱に付加装置が付いている試験機器

「JISC9250 電子レンジ」8.1.2 の条件で負荷を入れない状態（受皿があるものは、受皿を最下段に置く。）で、自動温度調節器をもつものはその動作温度を最高にセットし、その他のものは、加熱室の中央部の雰囲気温度と周辺温度との差を $240\pm 10^{\circ}\text{C}$ に保つように断続して通電（加熱室の中央部の雰囲気温度と周囲温度との差が 240°C に達しないものは連続通電する。）し、各部の温度を熱電温度計法によって測定し、ほぼ一定となった後、①の「JISC9250 電子レンジ」8.1.1 の条件で負荷を入れ、マイクロ波と付加装置との同時加熱モードでの運転を行い、各部の温度がほぼ一定となったときに消費電力を測定する。

ア) 「JISC9250 電子レンジ」8.1.1 の条件とは、定格電圧に等しい電圧、定格周波数において、出力切換えのある試験機器の場合は、高周波出力が最大となる位置とする、負荷は、温度 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ の水道水を用い、容器は、JIS R 3503 に規定された硬質 1 級、容量 1 000ml のビーカーを 2 個用いる。ただし、加熱室寸法が小さくて入らない場合は、容量 500ml のビーカーを 4 個使用してもよい。負荷量は、2 000ml の水を各ビーカーに等分する。

イ) 「JISC9250 電子レンジ」8.1.2 の条件とは、定格電圧に等しい電圧、定格周波数において、出力切換えのある試験機器の場合は、出力が最大となる位置とする。電熱加熱時に受け皿を使用するものは、指定された受け皿を置き、蒸気発生装置に供給する水は、温度 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ の水道水とする。

(参考) 電熱装置を有するものにあつて、「JIS C9250 電子レンジ」および電気用品の技術上の基準を定める省令の解釈 別表第八の要求に従つて、電熱装置の定格消費電力を分けて表示するときは、②の途中において、マイクロ波加熱を始める前の各部の温度が一定になった時点で消費電力を測定するとよい。

(2) 熱効率

マイクロ波加熱の熱効率

マイクロ波加熱の熱効率試験は、「JISC9250 電子レンジ」8.2.3 (1) の高周波加熱時の消費電力試験および8.2.4の高周波出力試験の第2法に準ずる。

エネルギー消費量 p_s [kW] は、高周波加熱時の消費電力試験に準じ、2分間加熱し1分間停止する操作を繰り返し、消費電力が一定となる時の値とする。

加熱に用いる水の重量 M_s [kg]は、「JIS R3503 化学分析用ガラス器具」に規定された硬質 1 級かつ容量 0.5ℓ の試験ビーカーを 4 個に等分し、合計 2kg とする。ただし、容量 0.5ℓ の試験ビーカー4 個が入らない試験機器の場合には、4 個が入る最大容量の試験ビーカーを用い、合計水量を少なくしてもよい。マイクロ波加熱の熱効率 η_s [%] は、式(B1) で計算される。

$$\eta_s = \frac{CM_s(\theta_f - \theta_s)}{p_s T_g} \quad (\text{B1})$$

η_s : マイクロ波加熱の熱効率[%]

M_s : 加熱に用いる水の重量[kg]

θ_f : 加熱された水の最終温度[°C]

θ_s : 加熱に用いる水の初温[°C]

T_g : 加熱時間[s]

p_s : エネルギー消費量[kW]

ア) 加熱室底面の中央部に図 1 に示す通り、互いに 500ml ビーカーが接するように並べる。

イ) 500ml のビーカー4 個が庫内に入らない場合は、4 個が庫内に入る最大容量のビーカーを使用してもよい。水負荷量は、容器の容量に合わせて M_s [kg]とし、その容器の容量及び水負荷の量 M_s [kg]は、記録しておく。

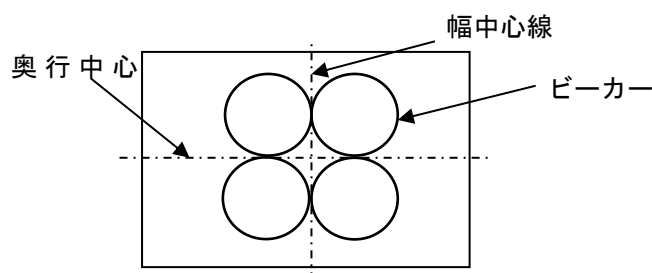


図 1 ビーカーの配置

- ウ) 出力切り換えのある場合は、高周波出力が最大となるように設定する。
- エ) イ) の負荷を入れ、2 分間動作、1 分間休止する操作を繰り返し、試験機器の各部の温度を熱電温度計によって測定し、ほぼ一定になったときに周囲温度を $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ とする。このときの消費電力 $p_s[\text{kW}]$ を測定する。時間がかかる場合は、途中で水を継ぎ足して行うこと。
- オ) 次に受け皿を周囲温度にほぼ等しいものと取り替え、容器を $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ の水温 [あらかじめ容器を十分かきまぜて各容器の水温を測定しておく(このときの水温を初期水温とする。)] の水が入った物と取り替える。
- カ) この状態から水温が約 10°C 上昇するまで高周波加熱をする。加熱時間 $T_g[\text{s}]$ は、水温が約 10°C 上昇するまでの時間として、前もって予備試験で求めているのがよい。
- キ) その後、各容器の水をかきまぜてから水温を測定し、初期温度との差から温度上昇を求める。
- ク) オ) 以下と同様の操作を 5 回行う。
- ケ) 各回毎に各容器の温度上昇 $(\theta - \theta_0)$ の平均値を算出し、それによって各回のマイクロ波加熱の熱効率 $\eta_s[\%]$ を算出する。それを平均してマイクロ波加熱の熱効率 $\eta_s[\%]$ とする。これらは、2 度繰り返す必要はない。
- コ) なお、加熱時間 T_g には発信管への電源投入から発信立上りまでに要する余熱時間は含めない。

(3) 立上り性能

試験機器を室温になじませた後、庫内中央の初温 θ_s [°C]を測定する。オープン機能のみを使い、ハンバーグステーキの調理能力試験の予熱運転設定で加熱を始め、待機状態に達した時間 T_g [min] およびエネルギー消費量 P_s [kWh/回]を測定する。オープン機能を有する試験機器の立上り性能 T_s [min] は、次式で計算される。なお、オープン機能を有しない試験機器の立上り性能は、0min とみなす。

待機状態は、ハンバーグステーキの調理能力試験の予熱運転設定の状態とする。オープン機能を有する試験機器の立上り性能または消費電力量を表示する際には、待機状態を併記する。

$$T_s = T_g \frac{\hat{\theta}_f - 25}{\theta_f - \theta_s} \quad (B2)$$

T_s : 立上り性能 [min]

T_g : 待機状態に達した時間 [min]

$\hat{\theta}_f$: 待機状態 [°C]

- ア) オープン機能を有する試験機器を室温になじませた後、庫内中央の初温 θ_s [°C] を測定する。
- イ) オープン機能のみを使い加熱を開始し、製造者が推奨する待機状態に達した時間 T_g [min] を測定する
- ウ) 推奨する待機状態とは、ハンバーグステーキの調理能力試験の予熱運転設定とする。
- エ) オープン機能を有する試験機器の立上り性能または消費電力量を表示する際には、待機状態を必ず併記する。
- オ) 庫内の空気温度(庫内温度)は、温度センサーをその加熱室の庫内中央に取り付け温度記録計にて記録する。

(4) 調理能力

調理品目をハンバーグステーキとし、150g の冷凍ハンバーグ1個/回を食材とする。食材を投入し、加熱時間の後、食材を取り出し、次の食材を投入する。これを連続して4回調理する。ただし、付加装置を有する試験機器の場合には、付加装置を用い、予熱運転設定に達するまで予熱する。また、次の食材の投入は、予熱運転設定に達したことを確認してから行う。

予熱運転設定および調理運転設定は、製造者の推奨値とする。加熱時間は、食材の取り出し後1分以内に測定した食材の芯温が75℃以上になる時間を予備試験で確認し、事前に決定する。

調理に要した時間 T_c [min/回] は、食材の投入開始から、次の食材の投入開始までの時間とする。調理に要した時間 T_c [min/回] および消費電力量 P_c [kWh/回] の測定は、2 回目の食材の投入開始から、5 回目の食材の投入開始直前までの平均値とする。連続調理能力 V_c [個/h] は、式(B3)で計算される。

$$V_c = \frac{60}{T_c} \quad (B3)$$

V_c : 連続調理能力[個/h]

T_c : 調理に要した時間[min/回]

※調理終了時の食材の芯温が 75℃というのは、厚生労働省医薬食品局食品安全部「大量調理施設衛生管理マニュアル」の加熱調理食品の加熱温度管理基準の芯温 75℃1 分以上を参考とした。

- ア) 試験食材の冷凍ハンバーグは、-18℃以下の冷凍庫に 24 時間以上保存されていたものとする。
- イ) 調理試験の前に食材の重量と温度を確認し記録すること。
- ウ) 調理時の高周波出力設定、調理時間、調理プログラム等は、150g の冷凍ハンバーグ一個を調理するのに機器の製造者が推奨する値で行う。
- エ) 付加装置を有するもの場合には、上記マイクロ波の設定に加え、更に機器の製造者が推奨する付加装置の設定値(庫内温度、ヒータ出力、熱風の強さ等)を予熱運転の設定に達してから調理を行う。
- オ) 予備試験は、以上のパラメーターを少しずつ変えて行い、食品の芯温が 75℃以上になって、なおかつ表面仕上がり、歩留まり等が最も良好なものを選んで、その調理に要した時間を T_c [min/回]とする。
- カ) 同条件で 4 回調理試験を行い、その時の調理に要した消費電力量 P_c [kWh/回]を測定し、その 2 回目から 5 回目の食材の投入開始直前までの平均値を調理に要

した時間 T_c [min/回]によって連続調理した時の 1 時間当たりの消費電力量を算出し、それを調理時消費電力量 Q_c [kWh/h]とする。

キ) 各種パラメーター設定値を記録すること。

ク) 調理終了後の食品重量 (g) を測定し、記録すること。

ケ) 調理前と調理後の食材の写真を撮り記録すること。

(5) 消費電力量

①立上り時

オーブン機能を有しない試験機器の場合には、立上り時消費電力量 Q_s を 0kWh/回とみなす。

$$Q_s = P_s \frac{\hat{\theta}_f - 25}{\theta_f - \theta_s} \quad (B4)$$

Q_s : 立上り時エネルギー消費量[kWh/回]

P_s : エネルギー消費量[kWh/回]

$\hat{\theta}_f$: 待機状態[°C]

θ_s : 庫内中央の初温[°C]

θ_f : 庫内中央の最終温度[°C]

②調理時

$$Q_c = P_c \frac{60}{T_c} \quad (B5)$$

Q_c : 調理時エネルギー消費量[kWh/h]

P_c : エネルギー消費量[kWh/回]

T_c : 調理に要した時間[min/回]

③待機時

オープン機能を有しない試験機器の場合には、待機時消費電力量 Q_i を0kWh/hとみなす。

$$Q_i = P_i \frac{60}{T_i} \quad (B6)$$

Q_i : 待機時エネルギー消費量[kWh/h]

P_i : エネルギー消費量[kWh]

T_i : エネルギー消費量の測定時間[min]

④日あたりエネルギー消費量を試算する方法

$$Q_{dH} = n_s Q_s + h_c Q_c + h_i Q_i \quad (B7)$$

$$Q_{dV} = n_s Q_s + v_d \frac{T_c}{60} Q_c + \left(h_d - v_d \frac{T_c}{60} \right) Q_i \quad (B8)$$

Q_{dH} : 日あたりエネルギー消費量（時間想定）[kWh/日]

Q_{dV} : 日あたりエネルギー消費量（量想定）[kWh/日]

Q_s : 立上り時エネルギー消費量[kWh/回]

Q_c : 調理時エネルギー消費量[kWh/h]

Q_i : 待機時エネルギー消費量[kWh/h]

T_c : 調理に要した時間[min/回]

h_c : 調理時間[h/日] 標準値は 4 h/日*1

h_i : 待機時間[h/日] 標準値は 6 h/日

h_d : 稼働時間[h/日] 標準値は 10 h/日

v_d : 日あたり調理量[個/日] 標準値は冷凍ハンバーグ 50 個/日

n_s : 立上り回数[回/日] 標準値は 1 回/日

※時間調理の標準値は、繁忙時間帯 4h のうち 2.5h、閑散時間帯 6h のうち 1.5h を想定している。

(6) 給水量

特に規定しない。

(7) 均一性

①冷凍しゅうまいの再加熱

15g の冷凍しゅうまいを 14 個、互いに接触するようにガラス皿の中央で平面状に並べ、上からラップで覆い、庫内中央に置く。マイクロ波設定を最高値にして加熱を始め、加熱終了後すぐにガラス皿を取り出し、それぞれのしゅうまいの芯温を 2 分以内に測定する。加熱時間は、芯温の平均値が 75 ± 5 °C になるようにする。これを 2 回繰り返す。

マイクロ波加熱の均一性指数 I_w は、計 28 個の冷凍しゅうまいの芯温の標準偏差値とする。

ア) -18°C 以下の冷凍庫に 24 時間以上保存されたものを冷凍庫から取り出した直後に試験を行う。

イ) 加熱時間は、2 回とも全く同じ時間とする。加熱後の芯温の平均値が $75 \pm 5^{\circ}\text{C}$ になるようにするため、予備試験をして、加熱時間をあらかじめ決めておくが良い。

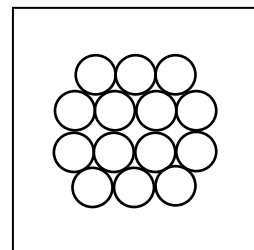


図 2 冷凍しゅうまいの配列

②食パンのトースト

電熱装置をもつ試験機器の場合には、食材表面の焼き色の均一性指数 I_t を測定する。耳を取り除いた六枚切りの食パンをトレイの上に 9 枚敷き並べる。庫内中央が 250°C になるような予熱運転設定で十分に予熱する。ただし、オーブン機能およびグリル機能の複合型の場合には、両方の機能を用いる。食パンを敷き並べたトレイを投入後、適切な焼き色が付くまで同じ運転設定で加熱する。運転設定および加熱時間を同じにして 3 回繰り返し、計 27 枚の食パンをトーストする。

図 3 の食パン表面の焼き色評価基準（10 段階の色見本）を用い、3 人の判定員がそれぞれの食パン表面の焼き色を 0.5 段階刻みで評価し、食パン表面の焼き色の標準偏差値を判定員ごとに計算する。

食材表面の焼き色の均一性指数 I_t は、3 人の標準偏差値の平均値とする。なお、すべての食パン表面の焼き色を写真記録する。

ア) トレイの上に耳を取り除いた 6 枚切りの食パン 9 枚が入らない場合には、1 切れの大きさを小さくし 9 枚入るようにする。

イ) 運転設定および加熱時間を全く同じにしてこれを 3 回繰り返すこと。

食パン表面の焼き色評価基準

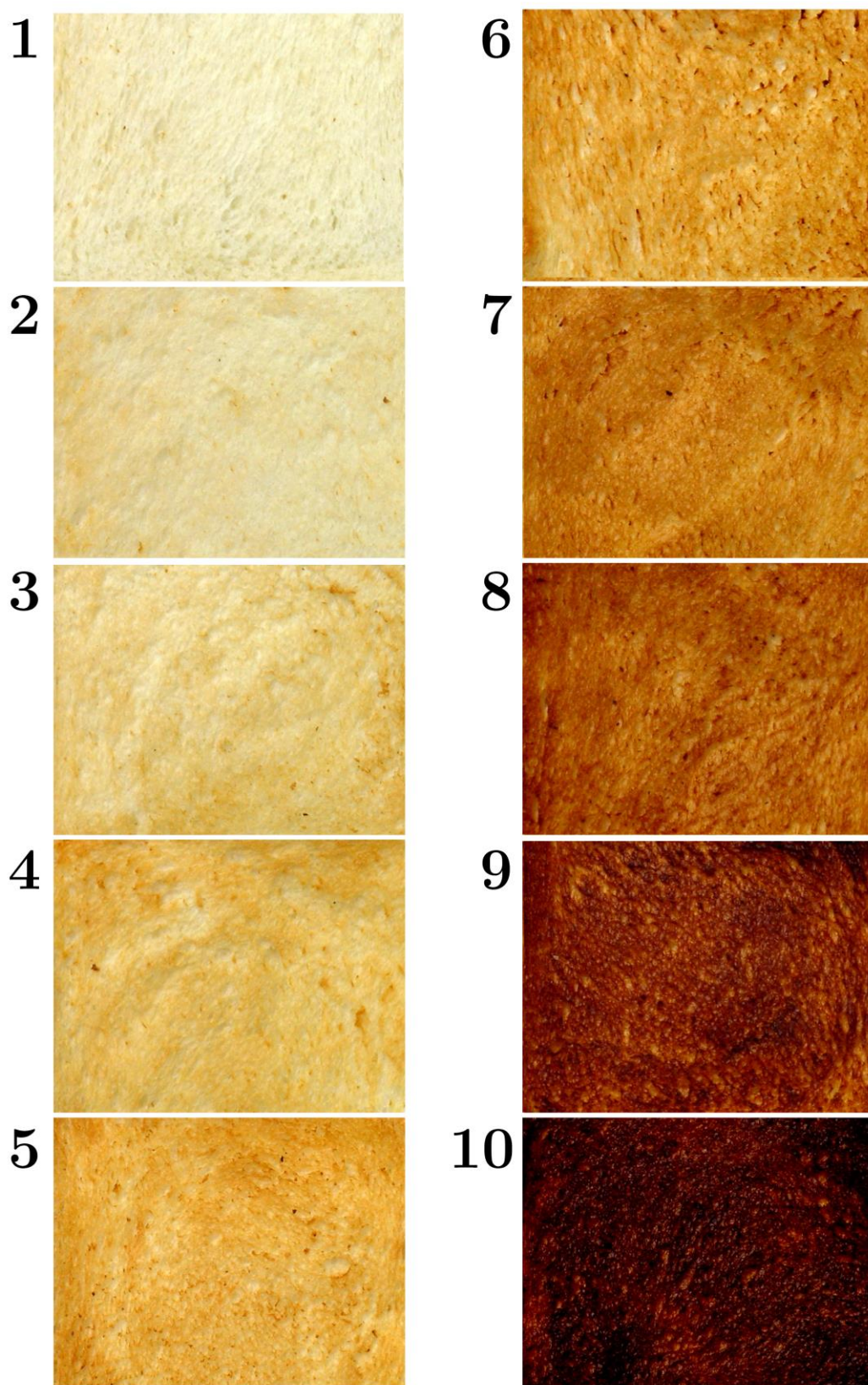


図3 食パン表面の焼き色評価基準