

# “スポット加熱” 搭載電子レンジ ER-GS8

Microwave Combination Oven with “Spot” Cooking System

岡村 嘉夫  
OKAMURA Yoshio

古田 和浩  
FURUTA Kazuhiro

電子レンジの基本機能の一つである、短時間再加熱調理の加熱スピードの向上、および省エネルギー(以下、省エネと略記)志向の高まりによる電子レンジの消費電力の低減が重要視されている。このような市場の志向の高まりに対応して、今回、電子レンジ庫内に設置した回転板のマイクロ波攪拌(かくはん)作用に着目し、回転板の形状および回転/停止を制御することにより庫内のマイクロ波を制御し、“ごはん1杯”など、日常よく使用される“あたため”調理時に、食品にマイクロ波を集中させる“スポット加熱”調理方式を開発、高出力インバータとの組合せにより、業界最速のあたため加熱および省エネ性を実現した。

It is now more important than ever for microwave ovens to minimize cooking time and electricity consumption. Considering these consumer requirements, we have developed the “spot” cooking system. In this new cooking system, the microwave mode is controlled by controlled rotation of the turnplate, thus concentrating microwaves on the cooking foods, when daily foods such as one bowl of rice are reheated.

This new cooking system is combined with a high-power inverter system, and achieves the highest cooking speed and greatest power saving in the industry.

## 1 まえがき

電子レンジの普及率が90%を超え、市場は買替えによる需要が中心となっており、98年度も国内で360万台の堅調な需要が見込まれている。その中でオープンレンジの構成比は全体の80%に迫っており、購買層の中心は単機能やトースターレンジからの買替えに移行し、安くコンパクトなだけでなく、本格オープン指向が高まっている。しかし、市場アンケート調査によると、毎日“あたため”を使用する人は約半数の45%、全体の使用頻度の中で90%と、“あたため”を使用する頻度は他の品目に比べてきわめて高い。電子レンジ本来の機能である短時間の“あたため”が市場で広く求められていることがわかる。

また、近年消費者の省エネ指向の高まりとともに、特に家電製品の消費電力低減が大きなセールスメリットとしてうたわれるようになり、電力の節約が新商品開発のキーワードとなってきている。

新製品ER-GS8は、これらの市場ニーズにこたえるために開発された商品で、“スポット加熱”システムおよび高出力インバータの組合せにより、業界最速の“あたため”調理および省エネ性を実現した。

## 2 センサーオープンレンジ ER-GS8

ER-GS8(図1)は、以下に示す機能を新たに搭載し、当



図1. センサーオープンレンジ ER-GS8 省エネ性と短時間調理を実現、本格オープン機能をもちながらあたため機能に“スポット加熱”を採用した。

ER-GS8 microwave combination oven

社の昨年機種に比べて、年間消費電力量を約16%低減させる省エネ性の向上と、ごはん1杯などの短時間の“あたため”時間を約45%短縮するスピード調理を実現している。

- (1) スポット加熱 日常よく使われるごはん1杯などの少量の食品のあたため時に、効率良くマイクロ波を食品に照射し、食品を短時間で加熱することを実現し、さらに省エネ性も向上させる。
- (2) 700W高出力インバータ インバータを使用して短時間調理である“スポット加熱”時に700Wに出力を上げ短時間集中レンジ加熱を実現している。一方で、比較的時間の長いレンジ調理では出力を500Wとして

“スポット加熱”をするなど、使用電力をセーブし、インバータの機能を活用している。

- (3) 高効率レンジ マグネトロンとオープンとの最適マッチングを追求するとともに庫内壁面に表面電気抵抗の小さいアルミメッキ鋼板を採用し、レンジ加熱効率を5%向上させる(昨年機種との比較)。
- (4) 新熱風循環オープン方式 遠心ファンによる渦巻き状の熱風でオープン庫内を包み込むように加熱するとともに上ヒータによる輻射熱を利用し、一度にたくさんの食品を調理できる二段調理時の温度分布を大幅に改善した結果、オープン調理時の消費電力の削減を実現した。
- (5) 電圧変動制御 調理仕上がりの安定性に関して、レンジ加熱では高周波トランスの二次側電流を監視してつねに出力が一定になるようにマイコン制御し、商用電圧の変動に関係なくつねに一定の調理仕上がりを実現している。

また、オープン調理時は電源電圧を監視して、定格からずれた場合は調理時間を補正し、調理の仕上がりが一になるようにコントロールしている。

### 3 スポット加熱の特長

ER-GS8の特長である“スポット加熱”について述べる。

図2は、当社商品試験センターが実施した電子レンジの使用頻度アンケートの結果である。毎週“あたため”を使用する人が“解凍”と並んで非常に多いことがわかる。

また、その中でも一人分、二人分と少ない量の食品をあたためる回数が多い。しかし、少量の食品をあたためる場合、マイクロ波が食品以外の部分に吸収されてしまい、熱ロスになる割合が高く、効率が低くなるという問題があった。

電子レンジの出力および加熱効率はJIS規格により2,000mlの水負荷を用いて測定し、加熱効率は約50%強であるが、

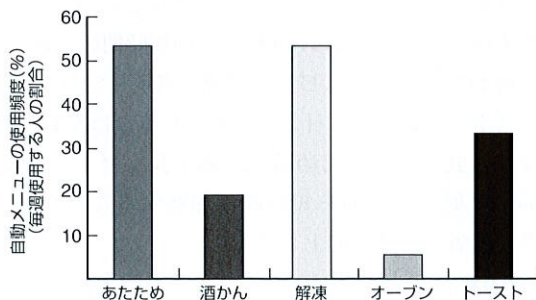


図2. 電子レンジ使用頻度アンケート結果 毎週必ず1回は使う自動メニューの使用頻度の多いのは“あたため”と“解凍”である。  
Frequency of usage of auto-menu system

負荷が小さいほど加熱効率は低下するため実調理に即した負荷、例えば茶わん1杯分の水150mlの従来の加熱効率は40%未満であった。

これを改善するために、丸皿中央に置いた少ない量の食品にもっとも効率良く集中的にマイクロ波が吸収される“スポット加熱”を開発し、採用した。“スポット加熱”システムは、マイクロ波が庫内で定在波となっていることに着目し、回転板の角度とともに定在波が変化することを利用している。また、この定在波の分布がもっとも効率的になるように回転板の形状をくふうした。

図3は“スポット加熱”動作時のマイクロ波の定在波モードを模式的に示している。この定在波モードではマイクロ波の電界がオープン内丸皿中央に集中しており、この範囲に食品を置くとマイクロ波が集中的に食品に照射され加熱効率を高めるため、食品を短時間で効率良く加熱できる。

図4は、“スポット加熱”動作時の丸皿付近の電界の強さ

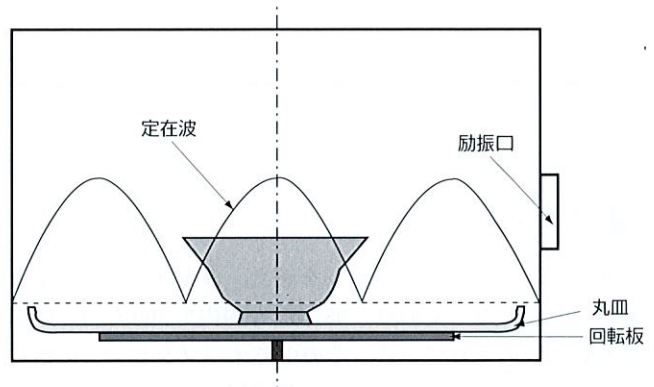


図3. スポット加熱時の定在波モード 丸皿中央の電界が強く、この位置に置かれた食品に集中的にマイクロ波が照射される。左右にも電界の強い部分があるが、食品などの負荷がないためマイクロ波の吸収はわずかで、中央の食品にマイクロ波の吸収は集中する。  
Microwave resonance mode in oven in “spot” cooking system

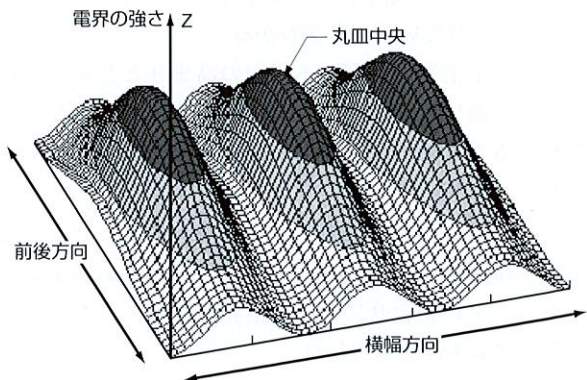


図4. スポット加熱時の電子レンジ庫内における、電界強度分布のシミュレーション結果 横幅方向に3波、前後方向に1波の定在波モードとなっている。  
Simulation of microwave resonance mode in “spot” cooking system

の平面分布をシミュレーション計算した結果である。Z方向に電界の強さを示しており、丸皿中央部の電界強度が強く、マイクロ波が集中していることがわかる。

“スポット加熱”の原理および具体的な実現手段について以下に述べる。

### 3.1 回転板の設計

回転板は、その上に丸皿を載せ、モータ駆動で丸皿および食品を回転させる機能をもつ。オープン庫内にマイクロ波を照射した場合、マイクロ波は一定の定在波を形成する。

ER-GS8の回転板は、図5に示すように、外周と内周に3本のリムをもっている。マイクロ波照射時に、おのおののリムには電流が発生し、リムの向きによって庫内の共振条件が変化するため、庫内に発生する定在波を変化させることができる。この定在波可変機能により、回転板の1回転中に複数の定在波が庫内に順次発生する。そして、図3に示すように中央の食品にもっとも電界が集中する定在波の位置で回転板を停止することにより、マイクロ波は食品にもっとも効率良く集中的に吸収される。また、回転板中央近くに外周リムと60°の角度をもったリムを具備し、丸皿中央の電界分布を変化させるとともに中央部に電界が集中しやすいうように開口を設けた。



図5. 回転板の形状 3本のリムを外周と内周に60°の角度で配置。  
Shape of turnplate

### 3.2 回転板の回転制御

図6は回転板を所定の角度で停止させた時の茶わん1杯分の水の加熱効率特性を示している。

図6に見られるように、回転板の停止角度により、オープン庫内の定在波モードが変化するため、ごはんの加熱効率は約38%から約45%の間で変化している。回転板の形状が120°対称であり、加熱効率も120°周期で変化している。したがって、回転板を図5の停止角度80°(および80°の120°回転対称となる角度)で停止して加熱すると、マイクロ波は丸皿中央の食品に効率良く照射され、調理中、つねに45%の高い加熱効率を維持して短時間調理が可能となる。

### 3.3 “スポット加熱”の制御

スポット加熱では、以上の点に着目し、回転板の回転位

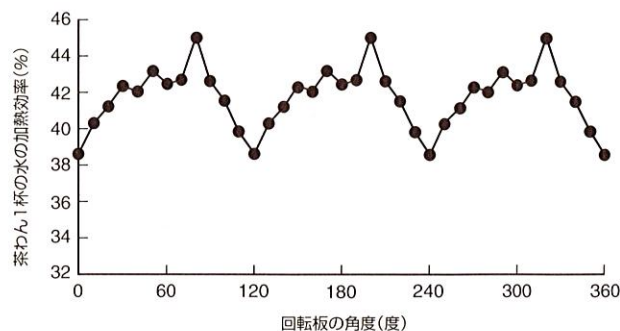


図6. 回転板を停止させたときの効率 回転板の停止する角度により効率に変化が見られる。

Efficiency of reheating 150 ml of water at various turnplate stop positions

置をフォトインタラプタとマイコンで制御し、設定された調理品目に合わせ回転板をマイコン制御により効率の良い場所で停止させることにより、短時間高効率加熱を実現している。

図7に、回転板の回転制御の概略を示す。

回転板制御部は、丸皿および回転板を回転させるモータと、食品の質量を検出する質量センサとともに質量センサ組立部品内に設置されている。すなわち、モータの回転を回転板に伝達させるためのギヤの所定の位置に突起を設け、それに対向する位置にフォトインタラプタを具備する。フォトインタラプタは発光素子部と受光素子部をもち、素子間に物体が入ると受光部で遮光を感知して物体の有無を検知するセンサである。回転板の回転に伴い、回転板がある基準角度になると、ギヤの突起がフォトインタラプタの光を遮り、マイコンが回転板の基準角度を検出する。調理品目ごとに基準角度と所定停止角度との角度差を記憶させてあり、マイコンにより基準角度検知後、所定の位置で回転板を停止させる。

なお、実際の制御では、図8のように、回転板停止モードと加熱のムラを防ぐ回転板回転モードを一定の周期で繰り返しながら動作する仕様としている。

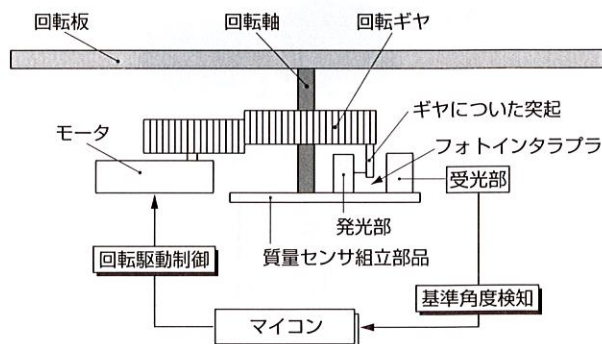


図7. 回転板の回転制御 マイコンとフォトインタラプタの組合せで回転板を制御し、所定停止位置で回転を停止する。

Turnplate control system in “spot” cooking menu

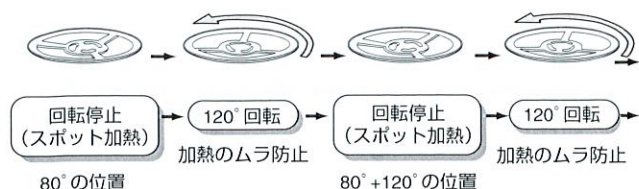


図8. スポット加熱調理時の回転板の回転制御仕様 加熱ムラ防止のために、調理中の一定周期ごとに停止/回転を繰り返す。

Turnplate control specifications in "spot" cooking menu

#### 4 700W 高出力インバータ

ER-GS8では、マイクロ波を発振するマグネトロンへの電力供給をインバータおよび高周波トランスで行っている。図9はER-GS8に搭載のインバータの外観および回路図である。インバータによる自在な出力制御により“スポット加熱”時だけ700W(通常加熱時500W)出力とし、あたため調理時の時間短縮に貢献するとともに、通常調理時の消費電力を抑えている。

また、従来の高圧鉄トランス方式からインバータ方式に変更したこと、およびそれ以外の機構・構造部品の徹底した質量削減を図り、製品質量をこのクラスとしては業界最軽量の16.5kg(昨年ベース機種：23kg)に抑え、荷扱い、材料低減による環境配慮、設置の簡便性に優れた商品としている。

#### 5 効果

ごはん1杯(約150g)をあたためたときの調理時間および積算電力について、当社昨年度機種および他社同等機種と

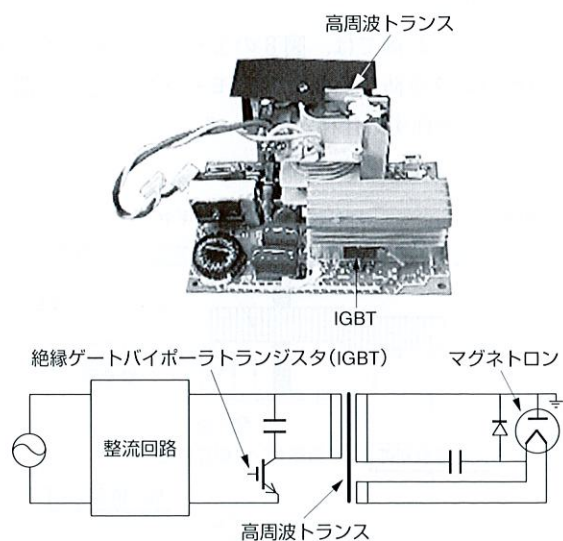


図9. インバータおよび高周波トランス 調理品目により出力を制御する。

Power supply unit with inverter system and high-frequency transformer

表1. ごはん1杯加熱時の調理時間と積算電力  
Cooking time and electricity consumption for reheating one bowl of rice

モデル	定格出力	調理時間	積算電力
ER-FX8(昨年度機種)	500W	85秒	20.3Wh
ER-GS8	700W	48秒	15.4Wh
A社	700W	55秒	17.1Wh
B社	700W	51秒	17.0Wh

の比較を表1に示す。

ER-GS8はあたため調理の時間でごはん1杯48秒と業界最速の実力を持ち、さらにそのとき消費される電力量(省エネ性)でも業界トップである。

当社昨年度機種との比較においては、あたため調理時間で約45%短縮した。調理時間短縮の内訳は、インバータによる700W出力化により約30%短縮し、さらに“スポット加熱”で約20%短縮した。また、主に“スポット加熱”による加熱効率の向上により、レンジ加熱時の消費電力量を約25%削減している。また、レンジ加熱効率向上により、出力700Wの製品としては業界最小の1,250Wの低入力を実現し、さらに前述の新熱風オープンとマイクロ波加熱を複合させた自動調理などでオープン調理での時間短縮と消費電力削減を図っている。

これらの効果により年間総使用電力量を、当社従来機種(ER-1540JF)の約50%としている。なお、昨年度機種から省エネのために待機電力ゼロを採用しており、昨年開発したベース機種(ER-FX8)に対してもさらに16%の年間総使用電力量の低減を実現している。

#### 6 あとがき

現在、電子レンジについて市場で注目されている点としては、①短時間調理、②省エネ性、③設置スペースの縮小などが挙げられる。③の設置スペースの縮小に関しては当社は業界に先駆けて2年前に“ピタ置き”レンジを開発し、このモデルもその設計思想を継続している。そしてこのモデルで、短時間調理および省エネ性について業界トップの実力をもつ商品を開発できた。



岡村 嘉夫 OKAMURA Yoshio

愛知工場 電子レンジ部電子レンジ設計開発主務。  
電子レンジの開発・設計に従事。  
Aichi Works



古田 和浩 FURUTA Kazuhiro

愛知工場 電子レンジ部電子レンジ設計開発担当。  
電子レンジの先行開発に従事。  
Aichi Works