

“そのまんま加熱”システム搭載オーブングリルレンジ ER-CS8

New “SONOMANMA KANETSU” Auto-Cooking System for ER-CS8 Combination Oven

高木 稔
M.Takagi

高橋 由紀
Y.Takahashi

田中 照也
T.Tanaka

オーブングリルレンジ ER-CS8 は、湿度検知素子としてサーミスタ湿度センサを採用し、被加熱物のラップ有無の検知システムを確立して調理システムに導入した業界初の製品である。これにより、被加熱物のラップ有無にかかわらずそのまま調理を行っても良好な仕上がりが得られる“そのまんま加熱”システムを開発することができた。それに加え、解凍目的に応じて全解凍、半解凍を選択できる“2 Way 生解凍”，電子レンジとオーブンの連続加熱により表面をカラッと仕上げる“カラッとグルメ”，調理品目に応じて熱風ファン回転数を可変し、きめ細かい仕上がりを実現したオーブン機能などを搭載し、ユーザの使い勝手と基本調理性能の向上を図った製品である。

We have newly developed the model ER-CS8 combination oven incorporating a new food condition detection system, either with or without wrapping, using a new humidity sensor. Moreover, employing this detection system we have established a new auto-cooking system called “SONOMANMA KANETSU”.

In order to provide the most convenient cooking conditions, this model is also equipped with a “2-way defrosting” function, enabling either full defrosting or half defrosting to be selected; “KARATTO GURUME” function, which gives fried foods a fresh finish; and an improved convection system using an auto-variable convection fan.

1 まえがき

近年、電子レンジ市場においては、普及率も 85 % に達し購買層も買替えを中心に移りつつある。調理も自動化に加え、操作の簡便化、使い勝手の良さを向上させたものが好評である。こうした背景を踏まえ各社とも、温め、解凍、オーブンなどの加熱調理を煩雑な設定なしにワンタッチで行えるオート調理システムの開発を推進している。

しかし、電子レンジで使用頻度が高い温め(再加熱調理)において、従来システムではラップの有無を食品の種類に応じて個別に指定しており、使い勝手の面で問題があった。食品のラップ有無はユーザの趣向で決まることが多く、電子レンジ調理のアンケートでもユーザの大半が料理集でラップ有無指定の確認を行わず、保存状態のまま温めを実施するという結果を得ている。

今回、湿度検知素子としてサーミスタ湿度センサを採用することで業界初の食品ラップ有無判別技術を確立した。この新技術を応用して、どちらの場合でも良好な仕上がりが得られる“そのまんま加熱”システムを搭載するオーブングリルレンジ ER-CS8 を商品化した。

ここでは“そのまんま加熱”的センシングシステムおよび水蒸気検知に使用したサーミスタ湿度センサ、センシングを応用した加熱システムを中心に紹介する。

図 1 に外観、表 1 に ER-CS8 の仕様、図 2 に湿度セン

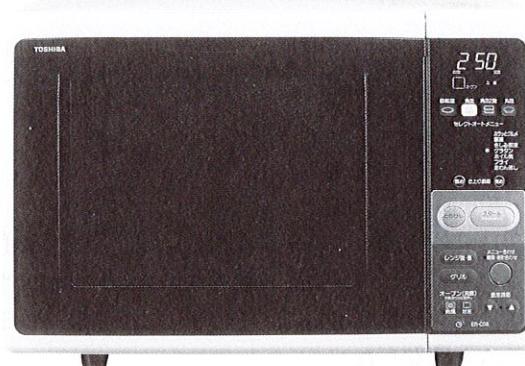


図 1. オーブングリルレンジ ER-CS 8 製品の色調はカラーバリエーションとしてホワイトとグレイッシュブラウンの 2 種類がある。
New ER-CS 8 combination oven

サシステムの構成を示す。

2 “そのまんま加熱”センシングシステム

従来、自動調理用センサとしては、水蒸気量に応じて、酸化還元反応によって抵抗値が変化するガスセンサが多く使用してきた。しかし、このセンサは、化学反応を利用しているため、環境によりセンサ出力挙動が大幅に変化し、ユーザにとって使い勝手の良い高度な自動調理を実現することには限界があった。

表1. ER-CS8の仕様
Specifications of ER-CS8 combination oven

| 項目 | | 仕様 |
|----------------------|---------------|-----------------------------|
| 電 源 | 電圧(V) | 単相 100 |
| | 周波数(Hz) | 50/60 共用 |
| 電子レンジ マイクロ波 加熱 | 定格消費電力(W) | 1,300 |
| | 高周波出力(W) | 650, 200W 相当出力切換え |
| | 発振周波数(MHz) | 2,450±50 |
| | 定格消費 電力(W) | オープン グリル ヒータ 出力(W) |
| 温度調節範囲(°C) | | 100~300(発酵 38) |
| 寸 法 | 外形(mm) | 526(W) × 504(D) × 368(H) |
| | 庫内有効寸法(mm) | 310(W) × 345(D) × 230(H) |
| | 回転皿直径(mm) | φ 314 |

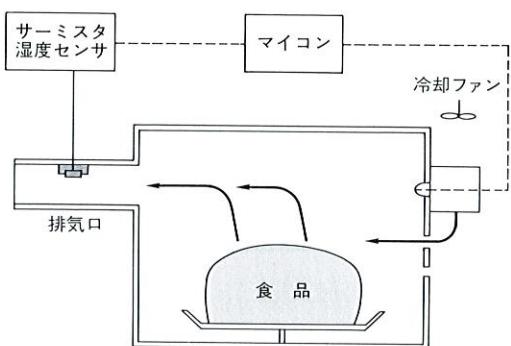


図2. 濡度センサシステムの構成　冷却ファンによって庫内に流れる風は、食品から出る水蒸気をサーミスタ湿度センサが設置されている排気ダクトに運ぶ。

Configuration of sensing system

そこで、この欠点を解消するために、湿り空気の熱伝導率が水蒸気量によって異なる物理的な特性を利用したサーミスタ湿度センサを応用して“そのまんま加熱”センシングシステムを開発した。

2.1 サーミスタ湿度センサの基本原理

湿度センサは、図3のように2個のサーミスタで構成さ

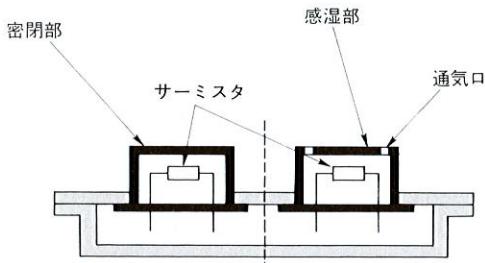


図3. 濡度センサの断面　サーミスタ湿度センサは、乾燥空気が密閉された密閉部と水蒸気が流れこむ感湿部とで構成されている。

Cross-sectional diagram of humidity sensor

れる。それぞれのサーミスタには、電流を流して約170°C ~200°Cまで自己加熱する。2個のサーミスタのうち一方は通気口を設けた解放型で感湿部とし、他方は乾燥空気を封入し密閉した密閉部である。

感湿部は、水蒸気の増減に伴う空気の熱伝導率の変化により、サーミスタ素子の熱の奪われかたが変化しサーミスタ抵抗値が変化する。すなわち、水蒸気量が多いほど(最大130g/m²)熱伝導率が高いため、感湿部のサーミスタの素子温度が下がる。一方、密閉部のサーミスタ素子は、水蒸気に関係なく一定の抵抗を示す。感湿部と密閉部の周辺温度が同一温度条件で、センサ出力として感湿部と密閉部のサーミスタ抵抗比が絶対湿度に対応する⁽¹⁾。

また、この湿度センサの特長の一つとして、感湿部の周辺温度と密閉部の周辺温度を変えることにより、内部のサーミスタ素子温度に影響を与え、センサ出力を制御することができる。今回、この特長を生かして、後述(2.3節)のラップ有無判別技術を可能とした。

2.2 センサ制御回路

湿度センサを構成する2個のサーミスタの抵抗比を検出するため、図4のようにブリッジ回路構成にする。このブリッジ回路出力は、電子レンジでの加熱調理では、0~10mV範囲と非常に微少であるため、マイコンのA/Dコンバータ読み取り可能範囲まで出力を差動増幅する。

また、2個のサーミスタの特性の違いによるばらつきを補償するため、ゼロ点調整回路でブリッジの1辺の抵抗値を可変する。このゼロ点調整回路は、調理開始時に動作させ、増幅器出力を一定範囲内にする。

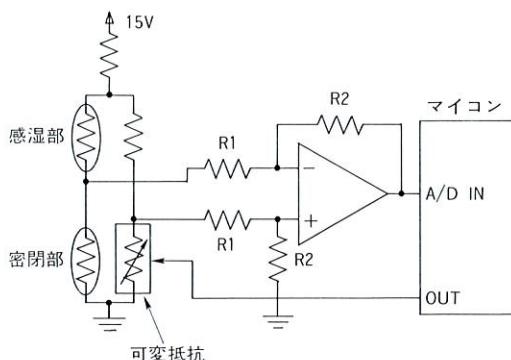


図4. 濡度センサの制御回路　センサ出力は増幅され、A/Dコンバータで読み込まれ、ブリッジ回路の一辺の抵抗はマイコン出力で可変される。

Circuit diagram of humidity sensor

2.3 食品ラップ有無判別方式

ラップの有無にかかわらず、仕上がりを同一にするためには、最初、①みそ汁、八宝菜などのラップなし液体状食品、②ごはん、コロッケなどのラップなし固体状食品、③

ラップあり食品を判別する必要がある。これは、食品蒸気が始める順番に対応している。したがって、温度センサの取付場所および感湿部と密閉部の蒸気に対する角度の違いによるセンサ出力挙動の分析、検討を行い、蒸気の発生するタイミングを確実に検出する方式を開発した。

湿度センサの取付位置、角度を決める第1の条件は、食品蒸気発生前はセンサ出力の変化を抑えることで、第2の条件として、食品蒸気発生時にはセンサ感度を最大にすることである。第1の条件を満足させるためには、食品蒸気は発生していないので、マグネットロンを冷却し、オープン庫内を通じて、センサに到達する温風により生ずる感湿部と密閉部の周辺温度差をなくすことである。これは、主に、排気ダクトなどに取り付けた湿度センサの位置に依存する。第2の条件については、食品蒸気によって感湿部内の熱伝導率が大きくなり、そのサーミスタ素子を冷却するだけでなく、感湿部の周辺温度を密閉部のそれに比べ下げるにより、出力感度を大幅に増加させる。これは、主に、食品蒸気に対するセンサ角度に依存する。

この2条件を満たす位置に取り付けた湿度センサの出力を図5に示す。この図から、センサ出力が1mVに到達する時間によって、ラップなし液体状食品、ラップなし固体状食品、ラップあり食品に判別できることがわかる。また、この方式は環境温度に依存せず、通常温度範囲ではしきい値到達時間などの定数を変更する必要はない。

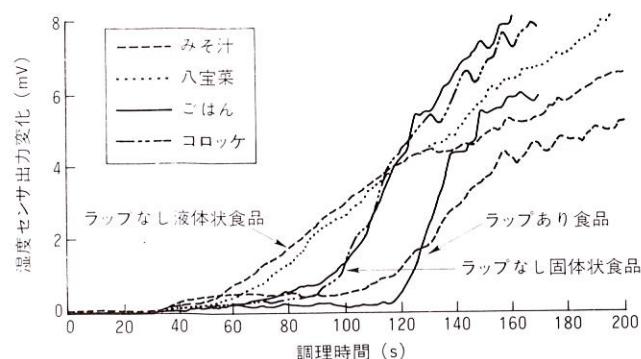


図5. 湿度センサの出力特性 食品重量150gにおけるみそ汁、八宝菜、ごはん、コロッケの出力を示す。八宝菜、コロッケはラップなしだけ表示。

Output characteristics of humidity sensor

3 “そのまんま加熱” 調理システム

前述の食品ラップ有無判別技術を基本にした“そのまんま加熱”調理システムのポイントを説明する。

このシステムのフローチャートを図6に示す。

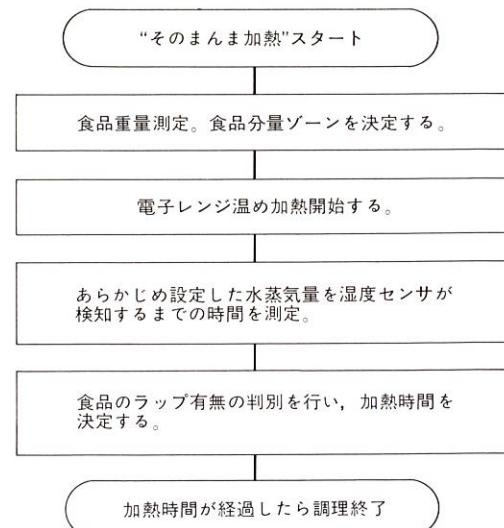


図6. システムフローチャート 食品分量と水蒸気検出時間により食品判別およびラップ有無判定を行い、最適調理時間を決定する。

System flowchart

3.1 “そのまんま加熱” 調理システムのポイント

- (1) 食品の分量 食品の分量はサーミスタ湿度センサによる水蒸気検知に大きな影響を与える。同じ食品であれば分量に応じて水蒸気の発生量も大きくなる。このため、重量センサにより検出した食品分量検知データは食品分量ゾーン決定に利用する。
- (2) 食品判別・ラップ有無判別 食品分量ゾーン決定のあとは、食品種類の違いとラップの有無で水蒸気発生のタイミングが異なることをを利用して食品判別とラップ有無判別を行う。
- (3) 最適調理時間の決定 (2)の判別を行うためにあらかじめ設定した水蒸気量を湿度センサが検知するまでの加熱時間の測定を行う。食品判別・ラップ有無判別が行われるとそれに応じた最適調理時間が決まる。設定水蒸気量検知後の加熱時間の不足分は追い加熱時間とし、調理を行う。

上述のポイントに基づいたシステムの構築により、被加熱物の種類やラップ有無にかかわらず良好な仕上がりを得ることができた。

表2に従来システム(当社例)とこのシステムとの調理比

表2. 従来システムとの調理比較

Comparison of cooking data

| 項目 | そのまんま加熱 | | 従来システム(当社例) | | | |
|-------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | ラップあり | ラップなし | ラップあり | ラップなし | | |
| ごはん (室温) | 2杯 (150g×2) | 調理時間 食品温度 | 161秒 88°C | 160秒 87°C | 211秒 98°C | 151秒 85°C |
| みそ汁 (室温) | 2杯 (150g×2) | 調理時間 食品温度 | 213秒 76°C | 202秒 73°C | 325秒 97°C | 213秒 76°C |

較を示す。従来、当社では食品の温めにユーザがラップを施さなくても良好な仕上がりを得る“てまなし加熱”システムを採用していた。したがって、ラップをつけて温めを行うと水蒸気検知が遅れて加熱しすぎる傾向があった。今回“そのまんま加熱”システムをER-CS8のワンタッチ調理システム内に組み込むことにより、上述の問題を解決することができた。

4 その他各種機能

4.1 “2 Way 生解凍”

目的に応じて2種類の解凍方法を選ぶことができる。肉など解凍後加熱する調理食材は調理しやすいように全体が解凍される“解凍”キーを、刺身など解凍後そのまま食べる食材は半解凍状態に仕上げる“さしみ解凍”キーを使用する。

4.2 “カラッとグレメ”

今までのレンジ加熱では、ベタつきがちだった揚げ物・焼き物をレンジとヒーターの連続加熱でカラッと仕上げる。冷えたおかずから調理済みの冷凍食品まで、食品の温度・分量にかかわらずワンタッチで調理可能にした。

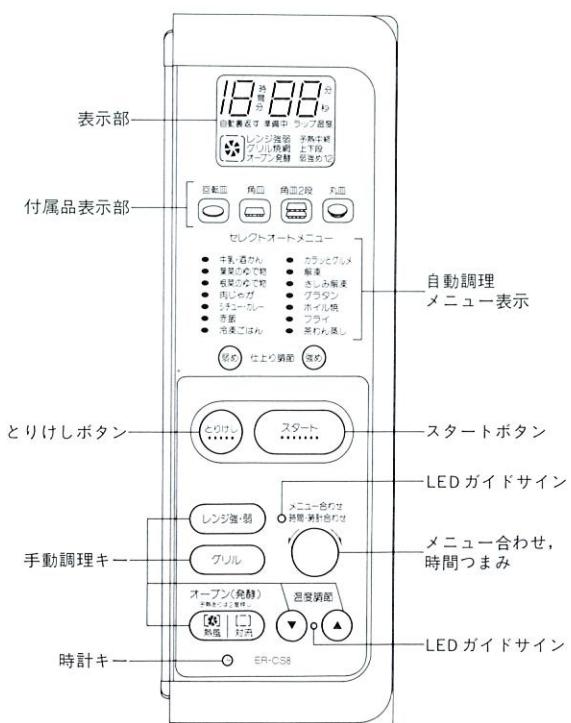


図7. 操作パネル LED(発光ダイオード)によるガイドサイン、発光するスタートボタンで手順がわかるようにしている。

Control panel

4.3 ファン回転数可変オープン調理

オープン調理時に熱風ファンの回転数を調理品目ごとに変えることによって、焼きむらの改善・でき上がり状態の向上を図った。

4.4 その他

各種センサ(光センサ、重量センサなど)を利用しマイコンと組み合わせて制御することにより、77のメニューをワンタッチで調理できるワンタッチオートシステムを搭載した。

表示は数字を大きくレイアウトした大型表示管を採用し、操作手順はガイドサインと発光ボタンで容易に確認できるようにしている。

図7にER-CS8の操作パネルを示す。

5 あとがき

以上、オープングリルレンジER-CS8の概要を述べたが、“そのまんま加熱”システムの搭載により、ユーザが料理集でラップ有無指定の確認を行う手間がなくなり使い勝手が向上した。

また、その他各種機能の追加により、ユーザの好みに応じた食品仕上がりと基本性能の充実を実現することができた。

今後、さらに使いやすいオープンレンジ開発のために、各種センサの長所を生かした調理ソフトウェアの研究と、これに関連した電子技術や機構部品の開発に努力していきたい。

文 献

- (1) 北村健三、他：サーミスタを使った絶対湿度測定、電子通信学会技術報告、CPM80-1(1980)

高木 稔 Minoru Takagi

四日市工場製品技術部主務。
電子レンジの開発設計に従事後現職。
Yokkaichi Works

高橋 由紀 Yuki Takahashi

愛知工場電子レンジ部。
電子レンジの開発設計に従事。
Aichi Works

田中 照也 Teruya Tanaka

住空間システム技術研究所主務。
家電製品の研究・開発に従事。
Airconditioners & Appliances Engineering Lab.