

# 「スピードスチーム機構」を搭載したオーブンレンジ

Microwave Oven with “Speed Steam System”

澁谷 昌樹  
Masaki Shibuya

阿部 邦昭  
Kuniaki Abe

## 要 旨

本格蒸し物料理を短時間に調理可能にするため、グリル皿によってオーブンレンジ庫内上部の仕切られた空間にスチームを局所的に噴出する「スピードスチーム機構」を考案した。この「スピードスチーム機構」の実現に向け、ボイラー上部のヒータ近傍の水を集中的に加熱することにより効率的にスチームを生成する「積層沸騰ボイラー」と、弁や動作部のないシンプルな構成でボイラー内の残水を排水できる「サイフォン排水機構」を新たに開発し、初期スチーム発生時間の短縮やメンテナンス性の向上を図った。その結果、従来のスチーム発生方式と比較して初期スチーム発生時間を維持しつつ、庫内温度を短時間で93℃以上に上昇させることができたため、従来品では調理困難であった手作り肉まんのような本格蒸し物料理をせいろ蒸し同等の品質で仕上げることが可能となった。

## Abstract

We devised “Speed steam system” which exhausts steam into the space of an upper-inside cavity separated by a grill tray to realize quick and authentic steam cooking. In order to realize this “Speed steam system,” we developed “Thermal stratified water boiler” which can generate steam effectively by concentrating heat from a heater onto a small amount of water, and “Siphon drain system” which can drain water in the boiler with a simple mechanism and without a valve or moving parts. Then we aimed at shortening the time taken to generate steam and ensure easy maintenance. As a result, the time taken to generate steam has been kept the same as in a current steam generation system, and the temperature in the cavity has been raised to 93°C for a short time. Hence, we can cook an authentic steam menu with the same quality as a steamer, like a handmade steamed meat bun which cannot be cooked with the current model.

## 1. はじめに

近年、オーブンレンジは内食の増加により、食品の温めだけでなく、蒸し物や焼き物などの時短手作り調理が重視されている。当社では、2008年よりマイクロ波発熱体を設けた高火力グリル皿と光ヒータを用いた光ヒータシステムとを搭載し、「鶏の塩焼き」に代表される焼き物調理の時短を行い、消費者から好評を得てきた。

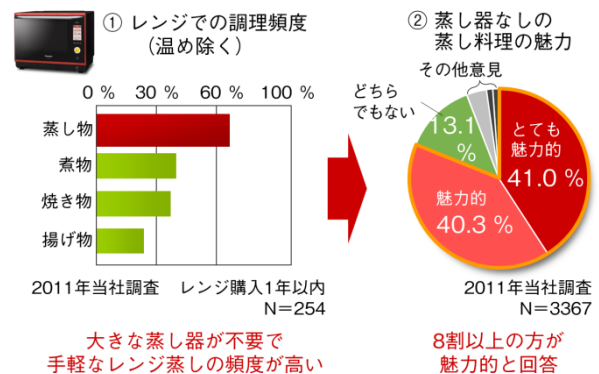
一方、他社もスチーム機能を搭載した商品を発売し、過熱水蒸気<sup>(注1)</sup>で本格蒸し物から焼き物まで調理し、脱油、減塩、およびビタミンCや油脂の酸化抑制の効果を訴求するなど競争が激化している[1]。

しかしながら、従来の当社オーブンレンジのスチーム機能はスチーム単独で蒸し調理を行うのではなく時短と、庫内結露水のお手入れ性を考慮し、マイクロ波とスチームを併用して加熱を行うレンジ蒸しを基本としていた。しかしながら、マイクロ波によって食品表面の乾燥が進み、「手作り肉まん」のような調理物をふっくら、しっとりと仕上げるせいろ蒸し同等の本格蒸し物調理ができた

という問題があった。

第1図に示すようにレンジ蒸し物の調理頻度は高く、8割以上が蒸し物料理は魅力的であると考えており、本格蒸し物調理ができることが求められている。

そこで本格蒸し物調理、および蒸し物調理の時短ができるオーブンレンジを実現するために「スピードスチーム機構」の開発を行った。



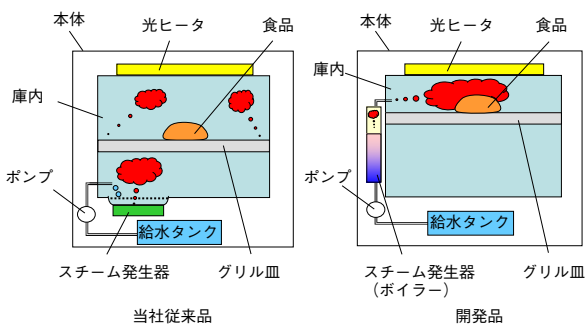
第1図 レンジにおける蒸し物調理頻度と魅力調査結果

Fig. 1 Result of research on frequency and attractiveness of steam cooking

(注1) 過熱水蒸気は操作圧力下で沸騰気化した水(飽和水蒸気)をさらに加熱して沸点以上の温度とした完全に気体状態の水を意味する。1気圧下では100℃以上の気体状態の水。

## 2. 「スピードスチーム機構」

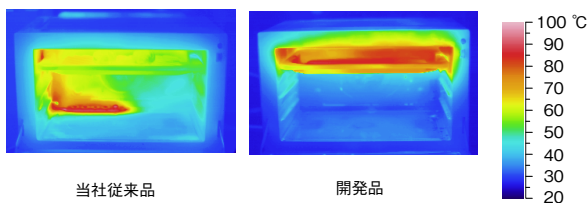
本格蒸し物調理と蒸し物調理の時短を実現するためには、庫内の温度上昇スピードを上げ、かつ初期スチーム発生時間を短くする必要がある。そこで、第2図に示すように、当社従来品では庫内底面に設けられていたスチーム発生器[2]を本体内部側面に設けて、オープン庫内上部をグリル皿で仕切り、スチームを噴出する構成の「スピードスチーム機構」が無駄に広い庫内全体を温めることなく効率が良いと考えられる。



第2図 スチーム噴出機構比較

Fig. 2 Comparison of steam exhaust systems

第3図に庫内にスチームを噴出させたときの庫内温度分布を示す。この温度分布より、当社従来品は庫内底面からスチームが発生し、庫内全体を加熱しているのに対し、開発品は庫内上部のグリル皿上にスチームを閉じ込め無駄なく加熱できていることがわかる。



第3図 スチーム動作中の庫内温度分布

Fig. 3 Temperature distribution inside cavity by steam

生の食材の調理を可能にし、かつ短時間での本格蒸し物調理を実現するためには、庫内温度を7分で93℃以上にする必要がある。その実現には、従来とは異なるスチーム発生機構の開発が必要であった。

第1表にスチーム発生機構比較および要望される項目を示す。当社従来品の蒸発方式は滴下式という方式であり、ヒータで熱した蒸発皿に水を滴下させてスチームを発生させていた。滴下式はボイラー式と比較して、小型

第1表 スチーム発生機構比較

Table 1 Comparison of steam generation systems

	開発目標	滴下式	ボイラー式
簡略図			
大きさ	奥行き25 mm 以下	○ 小型	× 大型
初期スチーム発生時間	45秒以内	○ 速い	△ 遅い
スチーム供給	食品近傍に集中	× 庫内に分散	○ 庫内の食品近傍
スケール	10年相当以上の耐久性	△ ユーザー拭き取り	○ 濃縮水排水

化や初期スチーム発生時間で優れているものの、スチームを発生させる際、水に溶けているスケール成分（カルシウムやマグネシウムなど）がすべて析出して蒸発皿に付着するため、水への熱伝導率が低下し、スチーム性能に影響が出てしまうという課題があった。そのため、当社従来品は析出したスケールをユーザーがお手入れするために庫内底面に蒸発皿を設けており、ユーザーに拭き取ってもらわないといけないという煩わしい構成となっていた。さらに、庫内底面に蒸発皿があるためスチームが庫内全体に分散してしまい本格蒸し物調理ができなかった。

一方、ボイラー式は貯（たくわ）えた水を沸騰させてスチームを発生させる方式であり、以下の利点が考えられる。

- ① 水を貯えて蒸発させるため、スケール成分の濃縮による析出を抑制することができる。
- ② ボイラー式と排水機構を組み合わせ、スチーム発生後ボイラー内の残水を排水することにより、ボイラー内の残水と一緒にスケールを流し出すことで、ユーザーが拭き取る手間を省くことができる。
- ③ 上記①②により耐スケール性が向上し、ボイラーを本体内部側面に配置できるため、省スペース設計を実現しながら、スチームを庫内側面や天面などから噴出することができる。

ただし、以下の課題を有する。

- ① 滴下式と比較して初期から多量の水を加熱する必要があり、初期スチーム発生に時間がかかる。特に短時間マイクロ波と少量のスチームを併用して温める「スチームあたため」においては影響が大きく、加熱時間が延びてしまう。
- ② 機構部が大型になり、コストも高くなる。

- ③ 排水弁を用いた排水機構を設けると、排水弁にスケール片の嚙（か）み込みが発生し、弁が動作しなくなる恐れがある。

上記課題を解決するために、下記のように目標設定し、開発を行った。

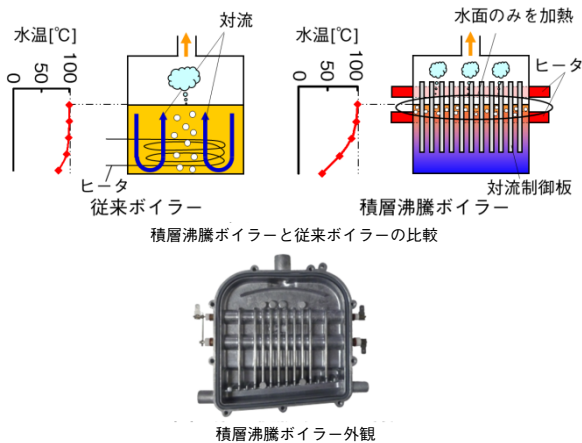
第1の目標は初期スチーム発生時間の短縮である。開発品はボイラー式を採用しているが、当社従来品の滴下式と同等の45秒以内を目標とした。

第2の目標は、ボイラーを本体内部側面に設置するため、ボイラーの厚みを25 mm以下とした。

第3の目標は、小型で弁などの機構部がなく信頼性の高い機構の開発である。スケールがスチーム発生器に付着してくると、前述したようにスチーム性能に影響があり、また、給水口や排水口がスケールで詰まり、給水や排水ができなくなる影響も懸念される。開発品は10年相当の耐久後、スチーム性能およびスチーム発生部に詰まりなどの異常のないことを目標とした。

### 3. 「積層沸騰ボイラー」の開発

第4図にボイラー内部構成と初期スチーム発生時の水温の関係を示す。このように従来のボイラーは投げ込みヒータを用い対流によってボイラー内の水全体を加熱するため、底部の温度も100℃近くまで上昇し、初期スチーム発生時間が遅くなってしまふ。



第4図 ボイラー内部構成とスチーム発生時の水温の関係  
Fig. 4 Relationship between inside boiler and water temperature

そこで、ボイラー上部のヒータ付近に水位をコントロールしてスチームを発生させる「積層沸騰ボイラー」を開発した。ヒータからの熱を水面付近の少量の水だけに集中させることにより、ボイラー内の水全体を加熱する従来のボイラーより素早くスチームを発生させることが

可能となった。初期スチーム発生時、ヒータ付近の水温は100℃で水は沸騰しているにも関わらず、底部付近の水温は約40℃までしか上昇していない。また、底部付近は沸騰していないため、底部から発生して上昇した気泡が水面で破裂することにより発生する水泡も軽減することができた。

また、ボイラー内壁と一体で複数の対流制御板を上下方向に設けた。その枚数・間隔・長さを最適化することにより、下記の効果を得ることができた。

- ① スチーム発生時の流路損失を最小限に抑えつつ、対流によりボイラー内の水全体が加熱されることを抑制
- ② ボイラー内部と水との接触面積を当社従来品の4100 mm<sup>2</sup>から20700 mm<sup>2</sup>の約5倍に拡大し、ボイラー内壁の表面温度を下げ、特に固着しやすいヒータ付近のスケールを軽減
- ③ 対流制御板がボイラー内壁を細かく分割することにより、スケールが大きな板状に成長することを防ぎ、排水時に剥がれ落ちたスケールが排水口に詰まることを防止

この「積層沸騰ボイラー」により、従来ボイラー式では初期スチーム発生時間が約60秒かかっていたが、開発品では43秒まで短縮し、ボイラー式でありながら当社従来品の滴下式同等の「スチームあたため」性能を確保することも可能となった。

### 4. 「サイフォン排水機構」の開発

前章で述べたように本開発においてはボイラー式を採用し、併せてスケール成分が濃縮された水を排水する小型で信頼性の高い排水機構を設けることにした。第2表に各排水方式の比較を示す。従来の排水方式では電磁弁によりボイラー内の水の排水をさせたり、給水タンクの

第2表 排水方式比較

Table 2 Comparison of drain systems

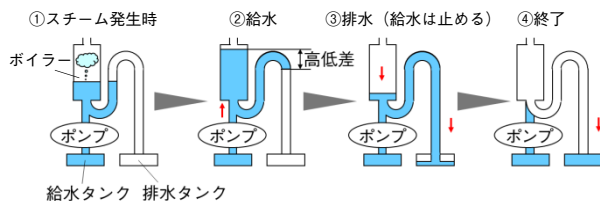
排水方式	電磁弁	給水タンク着脱連動弁	サイフォン（開発品）
簡略図			
大きさ	△	△	○（薄型）
スケール詰まり	×（弁部に詰まり）	×（弁部に詰まり）	○（弁なし）
コスト	×	×	○

着脱によってレバーを動作させ弁を開閉し排水を行っていた。しかしながら、従来のどちらの排水方式でも弁を用いているため、弁にスケール片が噛み込み、弁が動作しなくなる恐れがある。また、機構部の大きさが大きく、コストも高くなる。

そこで、本開発においてはサイフォンの原理による「サイフォン排水機構」を採用した。構成としては、シリコンチューブで構成された排水管を上向きに凸のU字形状に曲げ、排水管出口をボイラーより下方に設けるだけである。

第5図にサイフォン排水のメカニズムを示す。

- ① スチーム発生時：U字形状部より下方に水位をコントロールし、スチームを発生させる。
- ② 給水：スチーム動作が完了し、ユーザーが排水モードを選択すると、ポンプにより給水され、U字形状部を超えてボイラー内水面との間に高低差が発生する。
- ③ 排水：高低差ができると、排水が自動的に始まる（給水は止める）。
- ④ 終了：ボイラー内および排水管内が空になるまで排水される。



第5図 サイフォン排水のメカニズム  
Fig. 5 Mechanism of siphon drain system

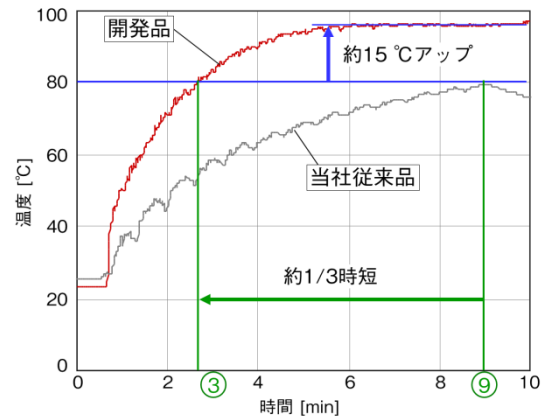
このようにサイフォン排水は、弁や動作部をもたずにU字型排水路とポンプで給水するだけのシンプルな構成でボイラー内の残水を排水可能であるため、信頼性が高く、かつ薄型、安価に排水を行うことができる。

この「積層沸騰ボイラー」と「サイフォン排水機構」により、10年相当の耐久後も調理性能に影響のあるスチーム性能の低下や、給排水口がスケールによる詰まりで給排水ができなくなるような問題が発生しないことを確認した。

## 5. 「スピードスチーム機構」搭載オープンレンジ

開発した「積層沸騰ボイラー」と「サイフォン排水機構」を有する「スピードスチーム機構」搭載のオープンレンジと従来品の加熱性能比較を行った。

第6図は各オープンレンジを動作させたときの10分間におけるグリル皿上の温度上昇を示す。当社従来品のグリル皿上の温度は最大でも約80℃で、時間も約9分必要である。一方、「スピードスチーム機構」を搭載した開発品は3分弱で約80℃まで温度が上昇し、最終的には6分で約95℃まで到達し、開発目標である7分で93℃以上の温度上昇を実現することができた。



第6図 グリル皿上の温度  
Fig. 6 Temperature on the grill tray

## 6. まとめ

以上のように、ボイラー上部のシーズヒータ付近に水位をコントロールしてスチームを発生させる「積層沸騰ボイラー」を開発し、シーズヒータからの熱を水面付近の少量の水だけに集中させ、ボイラー内全体を加熱する従来のボイラーより素早くスチームを発生させることが可能になった。

さらに、弁や動作部をもたずにU字型排水路とポンプで給水するだけのシンプルな構成でボイラー内の残水を排水可能な「サイフォン排水機構」を開発し、信頼性が高く、かつ薄型、安価に排水を実現できた。

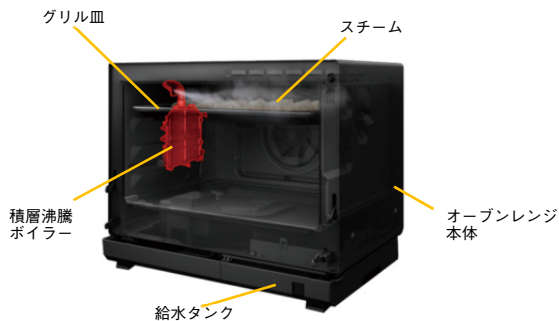
第3表に本開発の目標に対する結果を示す。このように初期スチーム発生時間、ボイラー厚み、耐スケール性に関し目標を達成できた。

第3表 「スピードスチーム機構」の開発結果  
Table 3 Result of "Speed steam system" development

	目標	結果	
ボイラー厚み	25 mm以下	○	24 mm
初期スチーム発生時間	45秒以内	○	43秒
耐スケール性	10年相当以上	○	10年相当以上

第7図に実際に「スピードスチーム機構」を搭載したオープンレンジのスチーム噴出イメージとスチーム機能

に関する仕様について示す。「積層沸騰ボイラー」が本体内部左側面に設けられ、庫内上部からスチームを噴出している。ボイラーは650 Wと350 Wの2本のヒータを搭載し、各メニューに応じて2本同時に動作させたり、1本動作させてスチーム量をしばってその分マイクロ波やオープン加熱に電力を回したりして最適に出力を調整している。また、開発品の調理メニューの広がりを示す。従来品ではレンジ蒸ししかできなかったため、蒸し物メニューは「茶わん蒸し」や「切身の魚・肉の蒸し物」に限られていたが、開発品は「手作り肉まん」、「一尾魚の蒸し物」、「アクアパッツァ」などの本格蒸し物調理、および「ギョウザ」、「蒸し焼きビビンバ」、「にらまんじゅう」



(a) スチーム噴出イメージ図  
(a) Image of steam exhaust

(b) 開発したオープンレンジの仕様  
(b) Specifications of developed microwave oven

ヒータ出力	1000 W (650 W+350 W)
スチーム発生量	21 mL/min
給水タンク容量	650 mL
手作り肉まん8個 調理時間	18分
冷蔵ギョウザ10個 調理時間	10分



(c) 開発品の蒸し物調理の広がり  
(c) Wide range of steam cooking recipes

のような本格蒸し焼き調理が可能となり、一般的な蒸し物メニューをほぼこのオープンレンジで手軽に調理することが可能となった。

今後、共働き夫婦が増加し、時短・簡単調理のニーズがさらに高くなっていくと考えられる。ユーザー視点でおいしさはもちろん、時短・簡単調理を追究し、商品開発を行っていきたいと考えている。

### 参考文献

- [1] 鈴木寛一 他, “過熱水蒸気による健康調理技術の開発,” 過熱水蒸気技術集成, (株) エヌ・ティー・エス, 東京, 2005, pp. 31-42
- [2] 河合祐 他, “スチーム機能付きオープンレンジ,” *Matsushita Tech Jour.*, vol. 52, no.6, pp. 38-42, 2006.

### 執筆者紹介



澁谷 昌樹 Masaki Shibuya  
アプライアンス社 技術本部  
Corporate Engineering Div.,  
Appliances Company



阿部 邦昭 Kuniaki Abe  
アプライアンス社  
キッチンアプライアンス事業部  
Kitchen Appliances Business Div.,  
Appliances Company

第7図 「スピードスチーム機構」を搭載したオープンレンジ  
Fig. 7 Microwave oven with “Speed steam system”