

## ■ 電気調理機器（電子レンジ）への技術利用

### （1）調理と加熱について

調理に関する遠赤外線の利用に入る前に、調理における加熱の効果について、述べる。加熱は、調理の基本となる。北京原人は料理にすでに火を用いたと言われている。加熱の効果は、図1に示すように主に3つあり、消化を助け、香りを増加させ衛生を確保することにある。

- ・炭水化物、たとえば、お米は加熱によって、でんぷん（天然の高分子）になる。消化しやすい状態になる。
- ・たんぱく質は、たとえば、肉、魚、卵は加熱によって、分解あるいは固まる。
- ・脂質（脂肪）は、たとえば、肉の脂分、脂肪は加熱によって、固体から液体になる。
- ・その他は、栄養成分の濃縮と殺菌である。

このように加熱によって、肉・魚・野菜などがおいしくなり、食べやすくなり、消化されやすくなる。この加熱に遠赤外線を用いるとさらに効果的に調理ができるようになる。

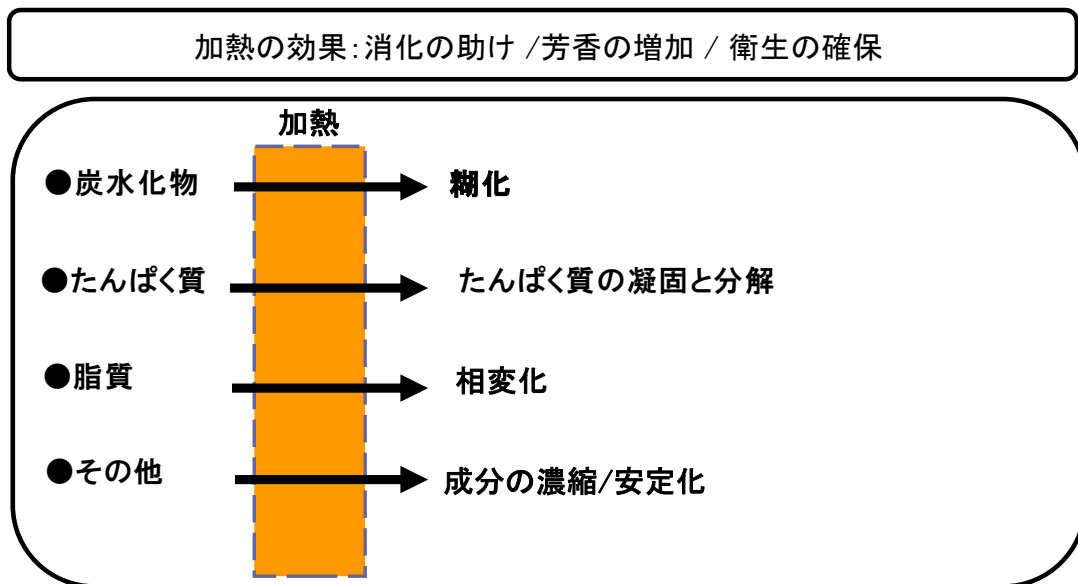


図1 加熱による調理の効果

次に、加熱温度と調理、あるいは調理の材料との関係（図2参照）を述べる。60℃以下の温度帯は、細菌が生きているので、食中毒の危険性がある。この温度を越えると、多くの細菌は死滅する。牛肉、魚、豚肉などのたんぱく質が固まる。炭水化物、例えば、お米などで糊化が開始する。さらに温度が上がると、野菜の繊維質（セルロース）が分解する。140℃から160℃以上で魚が焼ける。

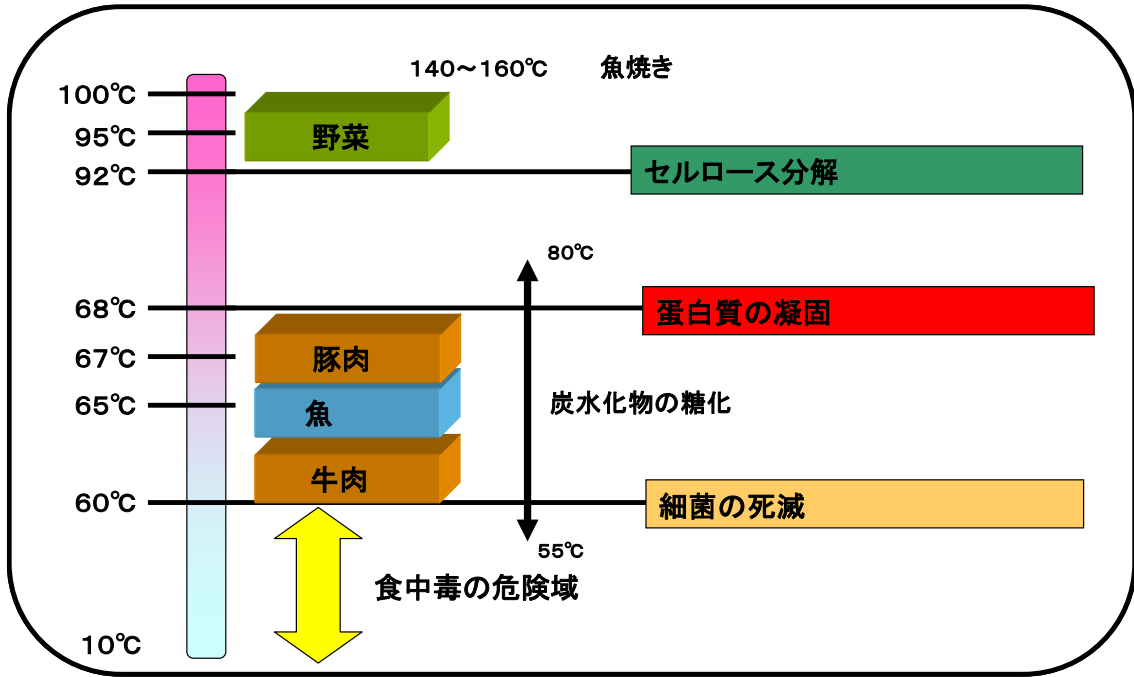


図2 加熱温度と食材の関係

調理するときには、野菜や、肉、魚などの食材の表面には、水分があり、付着している。この水は、遠赤外線を熱として効果的に吸収できる。図3は、水による赤外線の吸収特性（水層の厚みによる赤外線の吸収特性）を示している。縦軸は、吸収の比率を示す。1.0は吸収がゼロを意味する。0は全て吸収される。3ミクロンの遠赤外線域は水の厚みが5ミクロン以上ならば、ほぼ全て吸収されることになる。野菜や、肉、魚などの食材の水分は、遠赤外線を吸収しては、効率的に野菜や肉などを加熱できることを意味する。

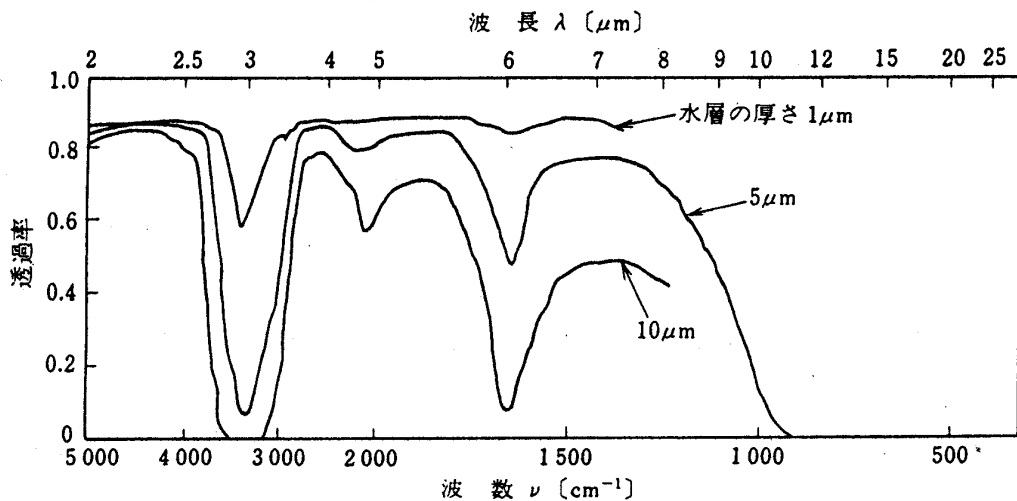


図3 水の赤外線吸収スペクトル(水層の厚みによる比較)

## (2) 電子レンジ

電子レンジについて述べる。2018年度は日本では年間280万台、中国で1300万台、アメリカが1250万台であり、グローバルでは6270万台で、2017年との比較では1.0%の成長である。ここにご紹介する電子レンジも、炊飯器と同じく、「高温水蒸気」と「遠赤外線」を利用し、加えて「電磁波、マイクロウェーブ」を利用する。この電子レンジの特長は、高火力平面ヒーターによるグリル機能と電磁波を吸収して発熱するグリル皿を組み合わせた技術で、プロの調理人（シェフ）のような料理を家で楽しむことができる。時間のかかる肉料理が、こんがり美味しく短時間で調理が出来る。

図4は、電磁波を吸収して発熱するグリル皿の表面処理を示している。高輝度のメタリック色の熱反射コートを実施することで遠赤外線の反射率を高め、グリル皿の食品のない部分での「熱ロス」を抑制した。

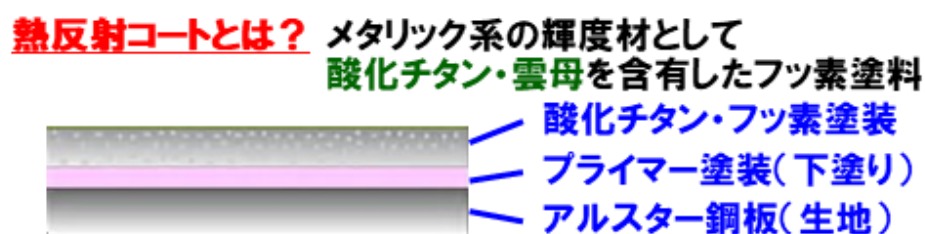


図4 グリル皿の表面処理

図5は、従来品グリル皿の表面（基材：黒色PCM鋼板）とゴールド色の熱反射コートを施した表面（基材：アルスター鋼板）の放射率を測定した結果である。

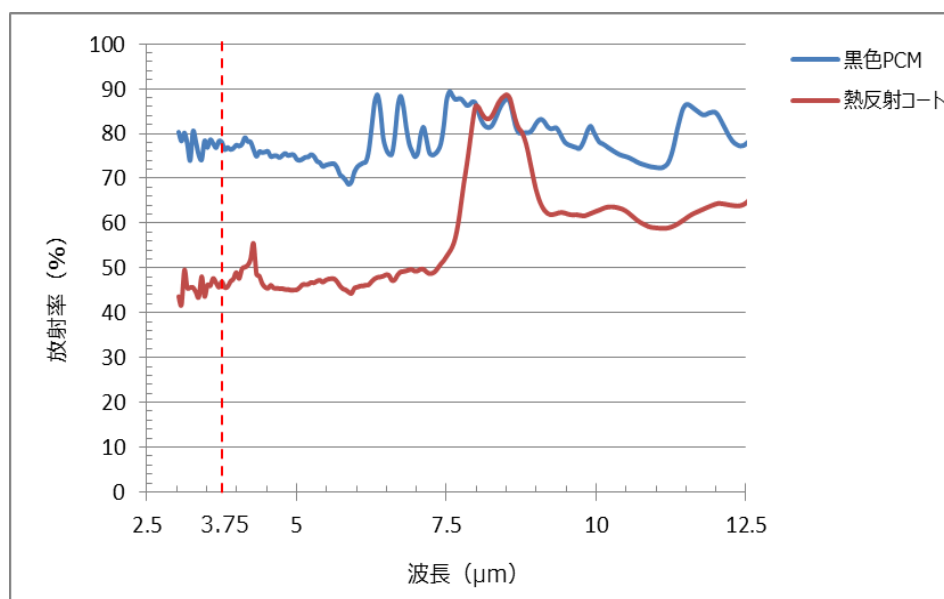


図5 放射率の比較

平面ヒーターから放出される赤外線は波長が  $3.75\mu\text{m}$  なので、黒色 PCM と熱反射コート  
の放射率はそれぞれ 78.08% と 46.93% である。キルヒホッフの法則によると放射率と吸  
収率は等しいので、吸収されずに反射される反射率はそれぞれ 21.92% と 53.07% と考え  
られる。よって熱反射コートを施すことにより熱反射率は従来の約 2.4 倍になる。

図 6 は、従来品の平面ヒーターと高火力平面ヒーターを比較したものである。



図 6 平面ヒーター比較

高火力平面ヒーターはヒーター線の巻き密度を従来品より約 22% 増加させることで、火  
力アップを図った。これにより単位面積あたりのヒーター出力は約 1.6 倍に増え、高火力  
でまんべんなく加熱するグリル調理を実現した。

さらに高火力平面ヒーターの性能を効果的に活用するために、グリル調理時にヒーター  
の温度がより高温に保持できるように、通電制御プログラムを再構築した。

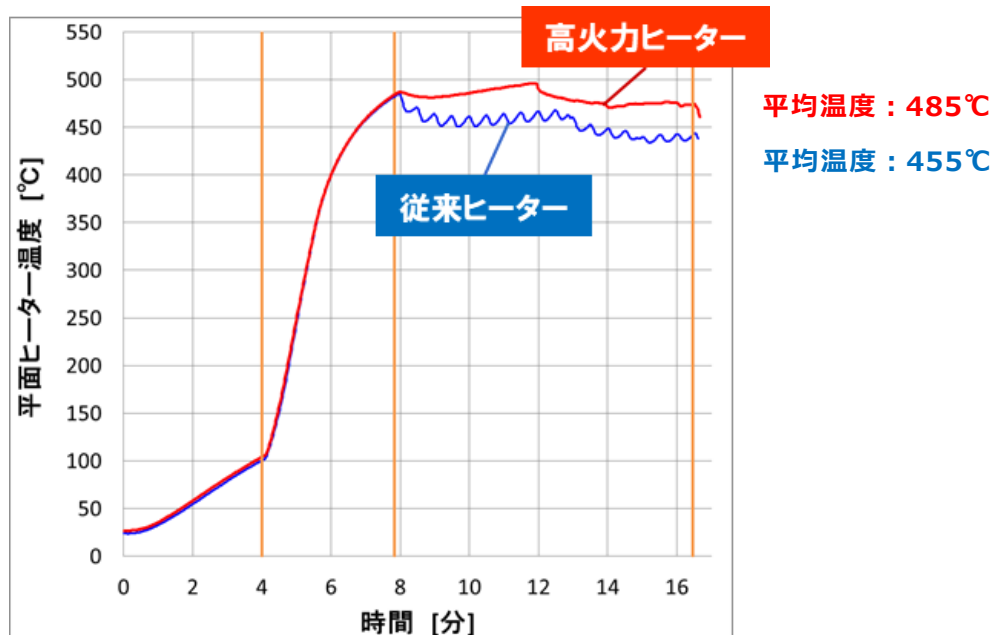


図 7 平面ヒーター温度の比較

図7に示す通り、グリル調理時の平面ヒーター温度は加熱中を平均した場合、従来ヒーターが 455℃に対して高火力ヒーターは 485℃の結果になり、大幅に輻射温度を向上できた。平均温度からそれぞれのヒーターから放出される輻射エネルギーを求めると、

$$\text{輻射エネルギー } Q = \sigma \times \varepsilon \times T^4$$

従来ヒーター : 51.8MJ/h・m<sup>2</sup>

高火力ヒーター : 60.6MJ/h・m<sup>2</sup>      $\sigma : 20.4 \times 10^{-8} \text{ (KJ/h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$

となり、結果としては高火力ヒーターは従来ヒーターと比較して輻射エネルギーを約 17% アップさせることができた。

実際に調理効果として餅の焼き色比較した結果を図8に示す。

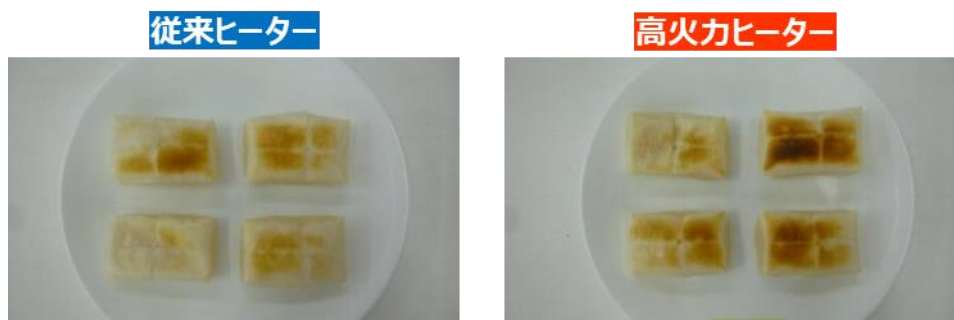


図8 ヒーターの火力比較

電磁波を吸収して発熱するフェライトで成形されたシートを裏面に接着されているグリル皿は、フェライトの素材をより発熱効率の高い材料に改良してグリル皿の表面温度を従来品に比べて約 30℃アップさせた。(図9)

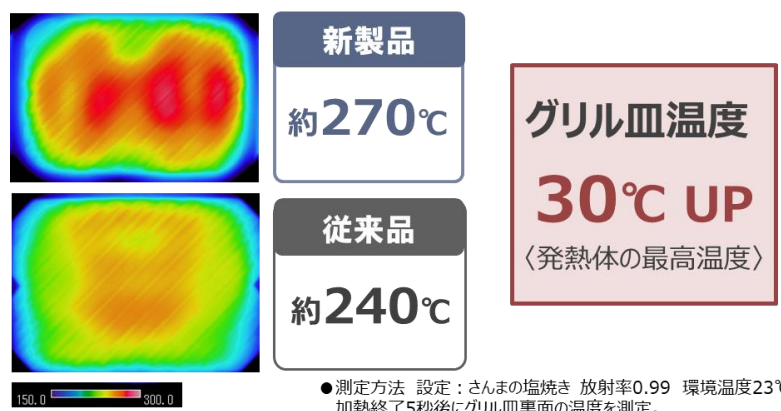


図9 グリル皿の表面温度比較

以上の通り、高火力平面ヒーターによる上からの加熱とグリル皿による下からの加熱を高火力にしたグリル機能により、オーブン調理で時間のかかる肉料理を短時間で調理することを実現できた（図10）。



図10 調理時間の比較

この電子レンジは、グリルの基本性能を向上させることで、グリルで美味しく時短調理することが可能である。