

# 身のまわりの電磁界について

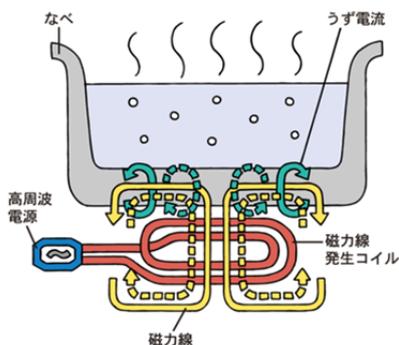
## IH調理器 編

### 【IH調理器の概要】

IH調理器は、ガスや火を使用せず、電気のみで加熱させる調理器です。一般的にはコンロ型をしている調理器具をイメージされますが、IH炊飯器などの、同じ加熱原理を用いる機器も販売されています。

### 【原理】

IH調理器は誘導加熱（Induction Heating）の原理を用いた調理器です。商用周波数 50Hz（ヘルツ）または 60Hz の電力をインバータで 20kHz（キロヘルツ）～90kHz の交流電流に変換、その電流を電磁調理器の天板の内部に近接して配置されたコイルに流すと、コイルの中心から磁力線が発生します。すると、その磁力線により、鍋などの調理器具の底にうず電流が発生するため、電気抵抗の大きい金属製の調理器具そのものが発熱して中身が加熱されます。



### 【IH調理器の種類】

電磁調理器は、鉄・ステンレス加熱タイプとオールメタル加熱タイプがあります。オールメタル加熱タイプは多様な金属に対応するため、鉄・ステンレス加熱タイプに比べて使用する磁界の周波数は高くなっています。下表は使える鍋と使えない鍋の一例ですが、詳しくは各製品のホームページや取扱説明書をご確認ください。

鍋の種類		鉄・ステンレス加熱タイプ	オールメタル加熱タイプ
鉄・鉄鋳物・鉄ホーロー		○	○
ステンレス	一層鍋	○	○
	多層鍋	鍋底に磁石が付く	○
		鍋底に磁石が付かない	×
アルミ・銅		×	○
ガラス・陶磁器・直火用焼網		×	×
底が平坦でないもの (中華鍋、足つき鍋など)		×	×

注：日本の製造メーカーは、一般財団法人製品安全協会のSGマーク（)の表示のある鍋をお勧めしています。

### 【測定機器/測定環境】

IH調理器は日本製の市販されているものを使用しました。測定は、IH調理器のまわりに発生する磁界レベル、鍋の材質やサイズを変えた場合の磁界レベルの違い、鍋がコンロ中心からずれた場合の磁界レベルについて行いました。測定に使用した機器は以下のとおりです。

#### 1) 測定対象

- 日本製 IH調理器（ビルトインタイプ）
- ・3口コンロ（うち2口はオールメタル対応）
- ・電源電圧：単相 200V
- ・最大出力：3.0 kW（鉄・ステンレス）  
2.5 kW（オールメタル）

## 2) 測定器

Narda S.T.S 社 ELT-400 (図 1)

- ・ 100 cm<sup>2</sup> 磁界プローブを使用
- ・ 周波数帯域：10 Hz～400 kHz
- ・ 国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP) 2010 一般公衆ガイドライン対応



図 1 測定器(ELT-400)

## 3) 鍋

鉄製鍋 / アルミニウム製鍋 (図 2)

- ・ 直径 110、145、180、210、300 mm の 5 サイズ



図 2 使用した鍋

図 3 は測定環境になります。外からの電磁波の影響を受けないよう、電波暗室で測定を行いました。鍋には水を半分ほど入れ、最大出力の設定で加熱した際に発生する磁界を測定しています。使用した IH 調理器には、加熱しすぎないように出力を調整する機能がついていましたので、電源コードに流れる電流値をクランプメータで測定することで実際の出力を確認しました。



図 3 測定環境

## 【評価方法】

IH 調理器からは、電源周波数である 50Hz、60Hz だけではなく、誘導加熱に使われる 20kHz ～ 90kHz の周波数やそれらの高調波などの、複数の周波数の電磁波が発生します。今回の測定では、下記の式を用いて、複数の周波数の電磁波について、“国際非電離放射線防護委員会(以降、ICNIRP と略します) 2010 一般公衆に対する参考レベル”との評価を行いました。なお、今回使用した測定器 (ELT-400) は、下記の式を自動計算する機能を有していますので、実際には表示される数値を読みとるだけで評価が行えます。

$$\text{ICNIRP 磁界参考レベルに対する測定値の割合 (\%)} = \sum_{i=10\text{Hz}}^{400\text{kHz}} \frac{H_i}{H_{ri}} \times 100$$

$H_i$  : 周波数*i*における磁界強度

$H_{ri}$  : 周波数*i*における ICNIRP 磁界参考レベル

## 【測定方法/ 結果】

### 1. 左右コンロの磁界レベルの違い

はじめに、左右コンロで磁界レベルが異なるか確認しました。鉄製鍋 (直径 180mm) を使用し、最大出力、コンロ前面 0mm、天板と同じ高さ、の条件で測定した結果が表 1 になります。左右コンロで磁界レベルが違うのは、右コンロ下部に操作パネルや制御回路、電源部などがあること、左コンロ下部はグリル用の空間になっているという構造の違いによるものと考えられます。なお、以降の測定では磁界レベルの高い右コンロに鍋を置いて行いました。

表 1 左右コンロの磁界レベルの違い

	左コンロ	右コンロ
ICNIRP2010 ガイドラインに対する磁界レベル	10.65%	13.01%

## 2. IH 調理器のまわりに発生する磁界レベル

次に、調理器の四方の磁界レベルを確認しました（図 4）。それぞれ天板より 300mm 離れた位置で、天板面より -500mm ~ 1,000mm の高さまで測定器を動かし、最大となる磁界レベルを確認しています。結果が表 2 で、調理器前面で磁界レベルが最大の 1.04% となりました。

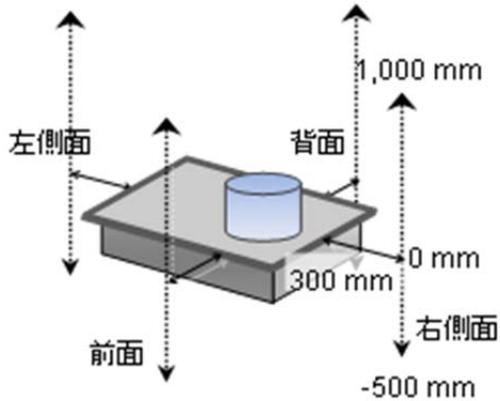


図 4 IH 調理器四方の測定

表2 ICNIRP2010 ガイドラインに対する磁界レベル

前面	左側面	背面	右側面
1.04%	0.36%	0.66%	0.36%

## 3. IH 調理器前面の磁界レベル

調理時の立ち位置である前面については、さらに詳しく測定しています。調理器前面に平行で 24mm、300mm 離れた 2 面（測定面①、②）と、調理器に垂直な 1 面（測定面③）の計 3 面について、100mm 間隔のメッシュ状に測定をしました。なお、操作パネルが天板際より 24mm 出ているため、最も調理器に接近する面として 24mm の位置での測定となっています。

鉄製鍋（直径 180mm）を最大出力で加熱した際の、磁界レベルが図 5 になります。天板より 100mm 高い位置の磁界レベルが今回の測定の最大となる 19.0% になりました（測定面①、③）。この数値は、ICNIRP ガイドラインに設けられた磁界の基準レベルの約 1/5 の値ということになります。また、磁界レベルは距離が離れると急激に減少する性質がありますが、その様子が測定面③よりみることができます。

高さ 100mm での数値をみると、19.0% → 7.9% → 3.6% → 1.8% → 1.1% → 0.7% と 100mm 離れる毎に概ね半減することが確認できました。

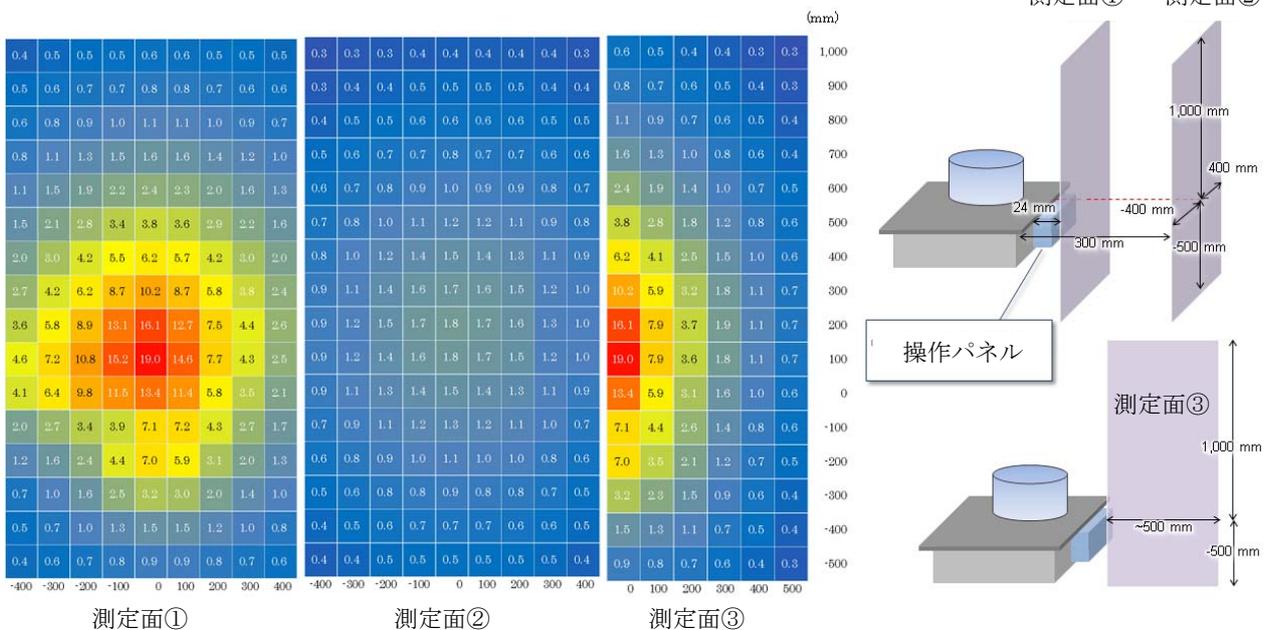


図 5 各測定面の磁界レベル

4. 鍋の材質やサイズを変えた場合の磁界レベル  
鍋の材質（鉄製鍋、アルミ製鍋）、サイズ（直径110、145、180、210、300mm）を変えて測定しました。最大出力の設定（鉄製鍋 3kW、アルミ製鍋 2.5kW）で測定しています。図6のように、調理器より 300mm 離れた位置で、天板面より -500mm ~ 1000mm の高さの中で最大となるレベルを測定しました。

結果が図7になります。鉄製鍋とアルミ製鍋で使用可能な最大出力は異なりますが、計測された磁界レベルは鍋の材質にはよらず、ほぼ同じになりました。サイズの違いについては、小さいサイズほど磁界レベルが大きくなる傾向でした。なお、直径110mmのアルミ鍋は、調理器が動作をしなかったためデータはとれませんでした。

直径110mmの鉄製鍋で最大3.7%となりましたが、鍋の材質、サイズによらず ICNIRP ガイドラインに設けられた磁界の基準レベルより低いことが確認できました。

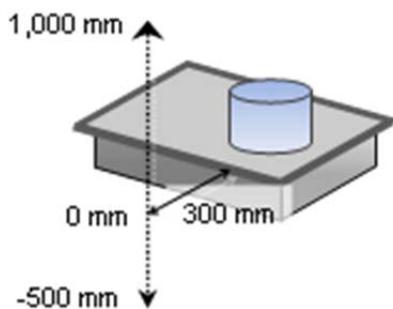


図6 測定位置

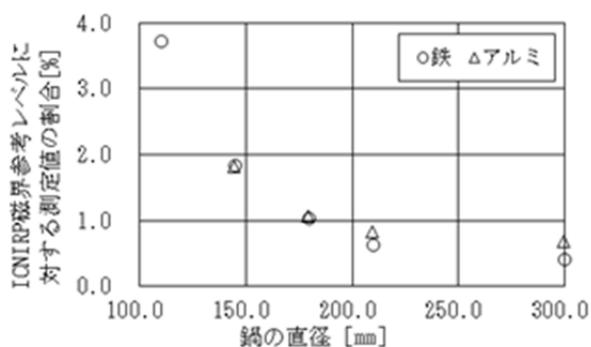


図7 鍋の材質・サイズと参考レベルの評価

5. 鍋がコンロ中心からずれた場合の磁界レベル  
鉄製鍋（直径180mm）を調理器のコンロ中心から後方へずれた場合の磁界レベルの変化について測定を行いました。測定位置は図7と同じ条件で実施しています。図8が結果になります。60mmまでは、ずれの大きさに比例して磁界レベルが増加しましたが、60mm以上では調理器が自動的に出力を低下させたため、磁界レベルは小さくなりました。最大値は5.3%でガイドラインに設けられた磁界の基準レベルより低いことが確認できました。

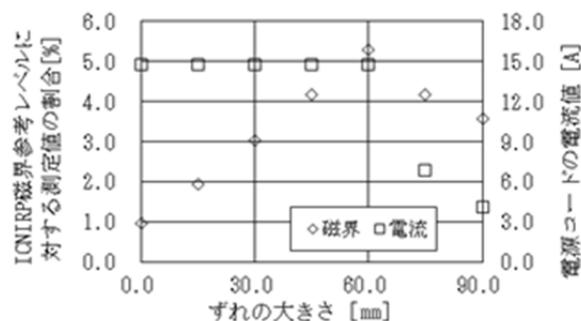


図8 コイル中心からのずれと参考レベルの評価

#### 【結果の公表】

今回の測定結果は、次の2つの学会で発表しています。

① 平成27年電気学会全国大会 一般セッション  
日時：平成27年3月24日～3月26日  
場所：東京都市大学 世田谷キャンパス

② BioEM2015 ポスター発表  
日時：平成27年6月14日～6月19日  
場所：モントレイ（アメリカ）