

産業プロセス分野における 電気加熱技術の現状について

一般社団法人中部電気管理技術者協会
平成25年度電気技術研修会資料

平成26年3月12日

海外企業との競争激化・世界的な景気の減速



競争力のある生産ライン作り

- 売れるスピードで
- 1個ずつ
- 小規模に

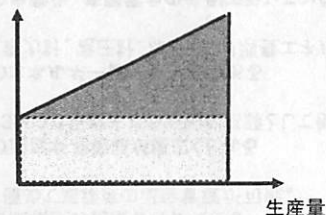


一極集中型設備 ⇒ 小型分散化

原動力設備の各ライン分散化の流れ

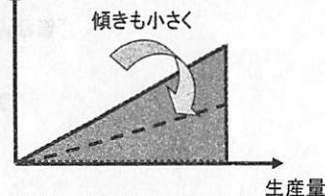
原動力設備についても同様
「エアレス」や「蒸気レス」はその象徴

エネルギー量



原動力設備の
集中化

エネルギー量



原動力設備の
分散化

電気加熱技術の分類

- ①抵抗加熱
- ②マイクロ波加熱
- ③赤外線加熱
- ④IH（電磁誘導）加熱
- ⑤プラズマ加熱
- ⑥過熱水蒸気加熱

① 抵抗加熱

トースター・ヘアドライヤー・電気毛布など、
発熱体に電気を流すことにより発生する熱
(ジュール熱)を利用する加熱方法。

"ジュールの法則"

$$P=I^2 \cdot R$$

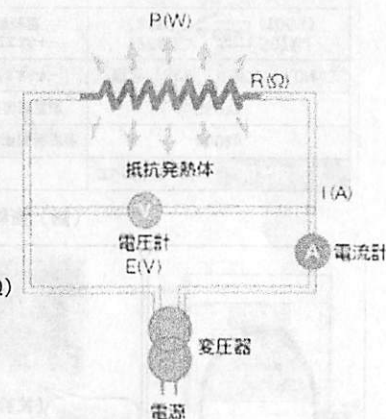
ここで、P: 熱量(W)、I: 電流値(A)、R: 抵抗値(Ω)

"抵抗加熱の原理"

$$H=P \cdot t$$

ここで、H: 発熱量(J)、t: 時間(sec.)

導線にはそれぞれ固有の抵抗がある。
利用する温度や雰囲気などから必要とする耐熱性や耐食性が違い、
さまざまな材料が発熱体として使用されている。



抵抗加熱の特長



- クリーンな熱源である
騒音、排気、油汚れがないので、清浄な環境が維持できる。
- 熱効率が高い
炉がコンパクトにできるため、外部への熱損失が少なく、急速加熱が可能。
- 高精度の温度管理ができる
極めて高精度の温度管理が可能。
- 温度利用範囲が幅広くとれる
3000℃程度まで広範囲な熱源として使用することができる。
- エネルギー管理が容易である
電力計、電圧計、などにより消費エネルギーの測定管理が容易。
- 自動化、夜間電力の使用でランニングコストの大幅な低減ができる
無人自動化が容易なことから、生産を夜間電力帯にシフトすることができる。
- 非加熱物の材質、形状が無制限である
どんな形状、材質の物でも加熱が可能です。
- 安全性が高い
制御が容易で、保護安全回路などにより安全性を確保し易い。

© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

6

抵抗加熱の適用事例② アルミ溶解保持炉



主な特徴

高効率加熱

単位重量あたりの消費エネルギーをガス燃焼式と比較して65%削減し、CO₂排出量も67%削減

高精度の温度制御

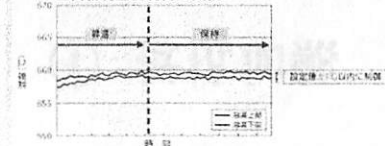
設定温度に対するアルミ溶解の温度変動と温度分布を±1.0℃に制御できるため、製品の品質向上・不良率低減が期待できる。

コンパクト

燃焼室が不要なことで、装置のコンパクト化が可能（直径約28%ダウン）

温度制御特性

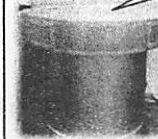
■高精度温度制御の実例



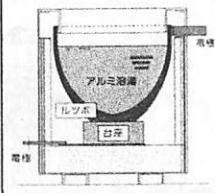
販売元：日本ルツボ製、富士電機システムズ製

装置外観

【加熱状況】



構造



導入効果（例）

	エレクリンキーバー	ガス燃焼式
アルミ溶解保持重量	400kg	
溶解保持温度	680℃	
消費エネルギー	電力：18kW	ガス：11.0Nm ³
一次エネルギー消費量	176MJ (35%)	507MJ (100%)
	▲65%	
CO ₂ 排出量	8.46kg (33%)	25.63kg (100%)
	▲67%	

※当社試算による。（条件により異なる）

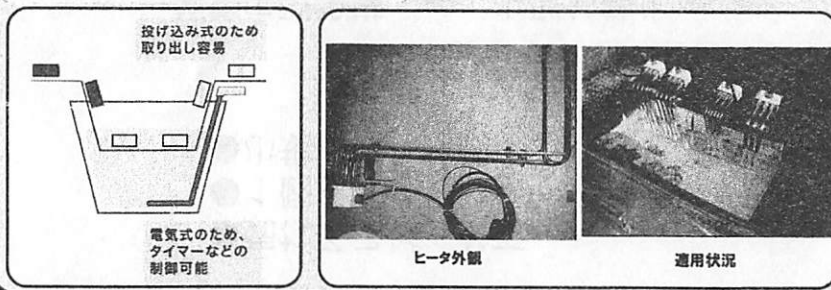
© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

8

抵抗加熱の適用事例① 薬液用ヒータ



システムフロー（金属メッキ工程での適用例）



適用可能工程

- ・メッキ槽
- ・黒染槽など
- ・加熱能力（1本あたり）10~20 kW
- ・20~150℃、pH 2~13で使用可能。

導入効果例

○これまで適用が困難であった腐食性の液への適用が可能となった。

○タイマー制御により、ヒーター始動時の早期や休日出動なし

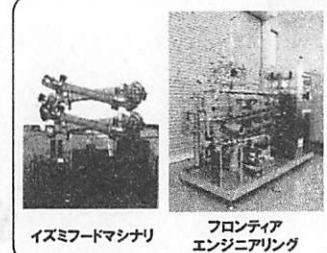
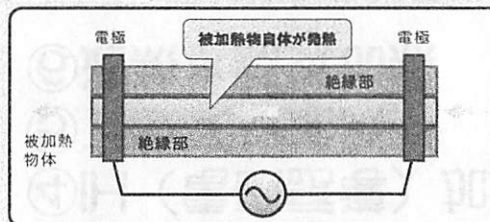
© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

7

抵抗加熱の適用事例③ 食品のジュール加熱



システムフロー



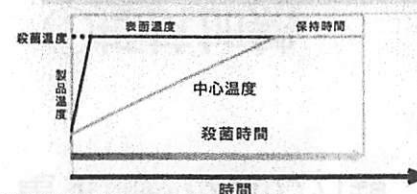
導入効果例※

・加熱時間 ▲90%

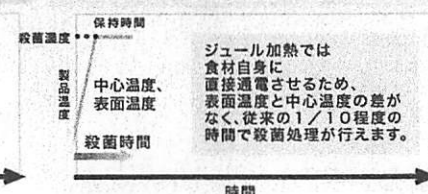
・焦げやムラの低減 ※納入実績（条件により異なる）

出典：某食品工場導入事例

従来の加熱による製品温度の変化



ジュール加熱による製品温度の変化



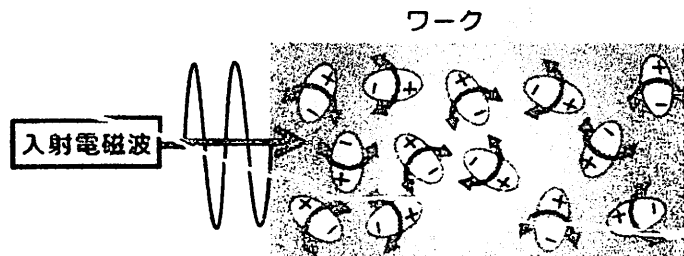
ジュール加熱では食材自身に直接通電させるため、表面温度と中心温度の差がなく、従来の1/10程度の時間で殺菌処理が行えます。

© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

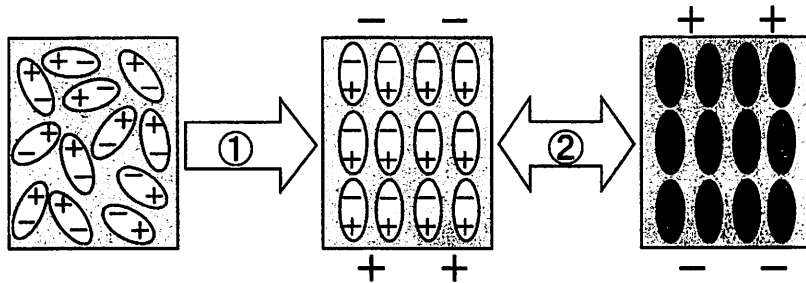
9

② マイクロ波加熱

入射電磁波とダイポールの間で
位相差が誘電損失となり発熱が起きる



マイクロ波による発熱原理



①電界内に誘電体がおかれると誘電体内で分極が起き、誘電体表面の電荷が揃う。

②マイクロ波の電界の変化に対して、分極した分子が遅れて追従することで、マイクロ波エネルギーが散逸する。

③散逸したエネルギーが熱に変わる。

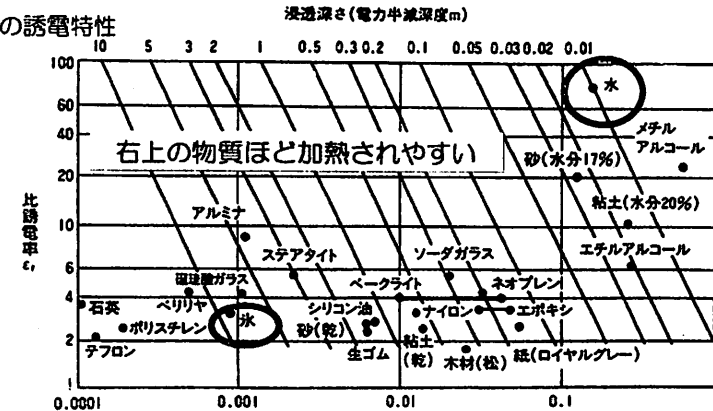
各物質のマイクロ波吸収電力

◆マイクロ波吸収電力

$$P_2 = K \cdot \epsilon_r \cdot \tan \delta \cdot f \cdot E^2 \text{ (Watt/cm}^2\text{)}$$

P : 吸収電力
K : 定数 0.556×10^{-10}
 ϵ_r : 誘電体の比誘電率
 $\tan \delta$: 誘電体の誘電体力率
f : 周波数
E : 電界強度

◆物質の誘電特性



水は非常に吸収されやすい

誘電体力率 $\tan \delta$

(Von Hippel の表より)

マイクロ波加熱の特徴

◆メリット

- ・高速加熱
➡ 光の速度で被加熱物の内部まで瞬時に浸透し、熱に変換される
- ・高い熱効率
➡ 被加熱物を直接加熱するので、空気や壁面を加熱するロスが小さい
- ・選択加熱
➡ 誘電損失で発熱するため、損失の大きいものに選択的に吸収される
- ・早い起動、停止
➡ 操業開始の準備時間を短縮することができる

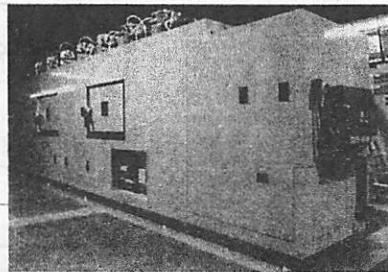
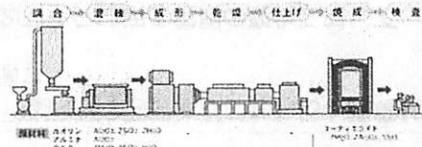
◆注意点

- ・完全開放空間では使用できない
➡ バッチ炉、または連続炉として構成する必要がある
- ・被加熱物に温度ムラが生じる場合がある
➡ 大きさ、形状、電気的性質により左右される
- ・設備費が高い

マイクロ波加熱の適用事例① セラミックのハイブリッド乾燥



■ハニセラミ製造工程



セラミック乾燥装置(250kW) (出典:マイクロ電子資料)

工程



14

マイクロ波加熱の適用事例③ 食品の膨化乾燥



膨化乾燥

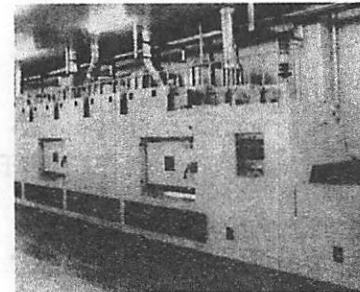
含水率30%の食品にマイクロ波を照射し急激に加熱すると、気化した水分は急激に膨張し外部に放出する。

このとき、発泡作用を起こして、食品はふくらみ粉を入れたように膨化して乾燥に至る。

例:

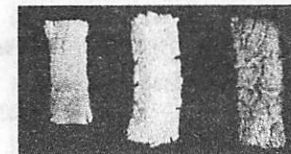
カップ麺などの食材(麺、油揚げ、錦糸玉子)の乾燥。

米菓(あられ、煎餅等)の乾燥。



熱風併用装置 (200kW)

(出典:マイクロ電子(株)資料)



堅焼き風



ソフト焼き風

(出典:電子レンジ・マイクロ波食品利用ハンドブック、肥後温子編、日本工業新聞社)

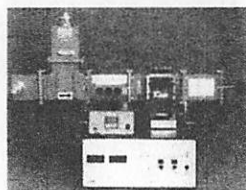
© 201

16

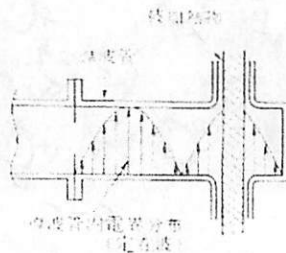
マイクロ波加熱の適用事例② グラファイト加熱



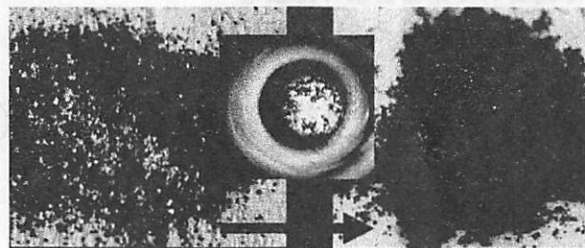
◆マイクロ波の磁場と電場の分離



シングルモードアプリアケータ



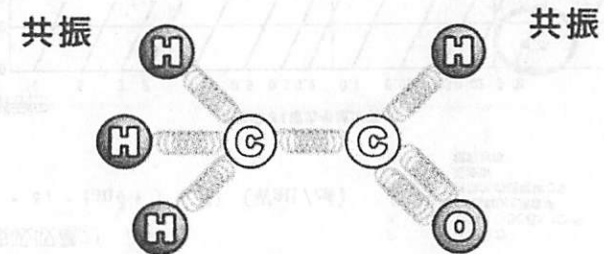
◆電池電極材のグラファイトの熱処理



15

③ 赤外線加熱

赤外線(電磁波)をワークに照射すると、分子の固有振動数に合わせ共振が起こる。この振動による摩擦熱でワークを自己発熱させる。

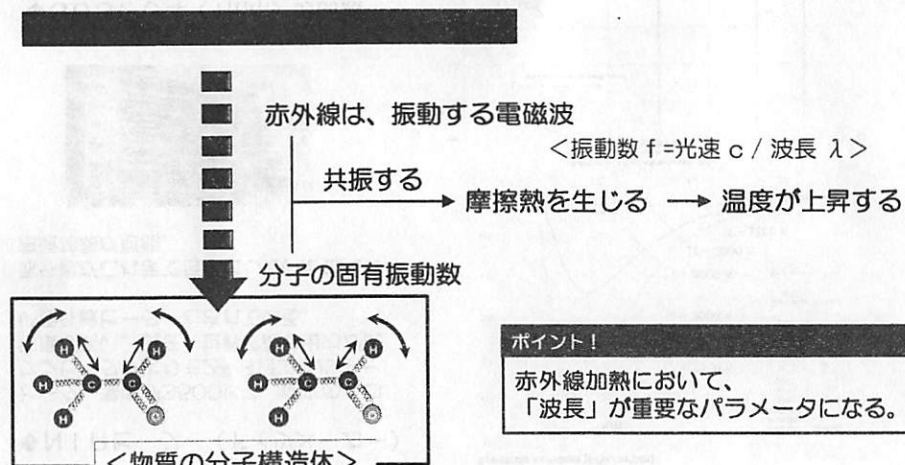


17

赤外線加熱の原理



赤外線ヒーター



分子は振動しており、固有の振動数を持っている。

(例) 水の固有振動波長 : 2.66、2.73、6.27 μm

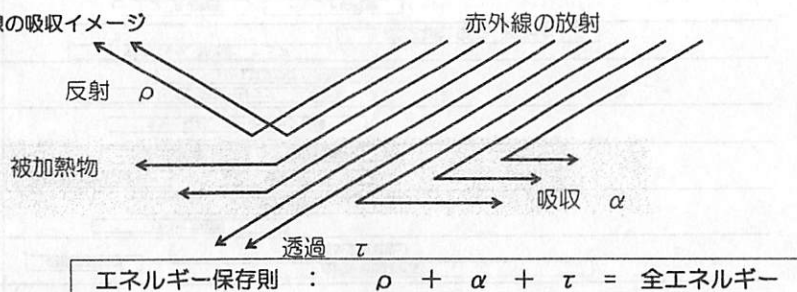
© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

18

赤外線吸収



◆赤外線の吸収イメージ



◆各素材の吸収波長

素材	吸収波長
金属系	～2 μm
樹脂系	2～4 μm
水	2.5～3.5 μm
ガラス系	3 μm ～
セラミックス系	4 μm ～

ポイント！

物質の吸収波長と赤外線ヒーターの放射波長を合わせることが重要。

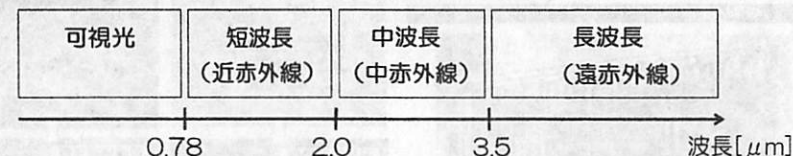
© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

19

赤外線の区分とヒーターの種類



◆赤外線の区分



◆赤外線ヒーターの種類と特性

ヒーター種類	ヒーター温度	最大エネルギー波長	立ち上がり速度	寿命
近赤外線ヒーター	1600～2100℃	約1.2 μm	1～2秒	5000～8000時間
中赤外線カーボンヒーター	1000～1200℃	約2.0 μm	2～3秒	8000時間以上
中赤外線ニクロムヒーター	800～900℃	約2.6 μm	1～2分	2～3万時間
遠赤外線ヒーター	300～500℃	約4.0 μm	約10分	2～3万時間

© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

20

赤外線加熱の特徴



◆メリット

- ・エネルギー密度が高いため、高速加熱が可能。
- ・付帯設備が少なく、比較的容易に操作が可能。
- ・サイリスタなどの制御で、負荷のコントロールが容易。
- ・非接触加熱のため、被加熱物や大気を汚染しない。
- ・起動、停止が早い。

◆注意点

- ・影になる部分は赤外線加熱できない。
- ・複雑形状の加熱は難しい。(均一加熱が難しい)
- ・熱源に寿命があるため、交換が必要。

© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

21

赤外線加熱の適用一覧



熱処理	鉄鋼の焼鈍
塗装	鋁板塗装乾燥 金属部品塗装乾燥 樹脂部品塗装乾燥
印刷	グラビア印刷 フレキソ印刷
プラスチック	PET成形リフォーム 樹脂加工 バレット乾燥 樹脂溶着
製紙	水分、薬品、コーティング乾燥
半導体	スパッタ、アニーリング シリコンエハの加熱
ガラス	FPDスパッタ、結晶化、キュア ガラス加熱、CVD、アニール
医薬品	アンプルの殺菌 バレットの乾燥
食品	高出力焼成 各種食品加熱
セラミックス	各種セラミックの乾燥、焼成

22

赤外線加熱の適用事例② 塗装乾燥

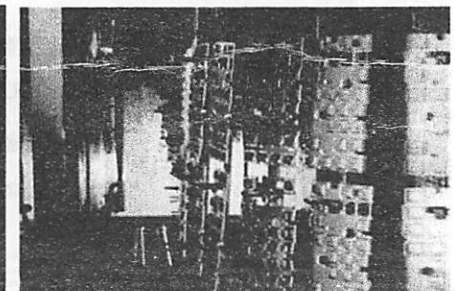
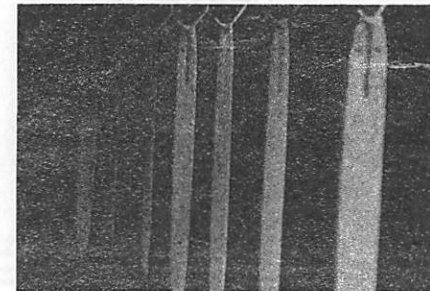


◆金属部品の粉体塗装乾燥

- ・中波長赤外線ヒーター
- ・乾燥時間半減
- ・コンパクト化

◆樹脂成型品の水性塗装乾燥

- ・中波長赤外線ヒーター
- ・乾燥時間 20分(熱風)→3.5分(赤外線)
- ・コンパクト化



© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

24

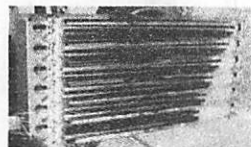
赤外線加熱の適用事例① 超近赤外線加熱



◆NIRヒーター（ドイツメーカー）

ヒーター温度が3500Kで、従来のハロゲンヒーターよりも2~3倍エネルギー密度が高い。現在、世界で最も出力が高い赤外線ヒーターとされている。

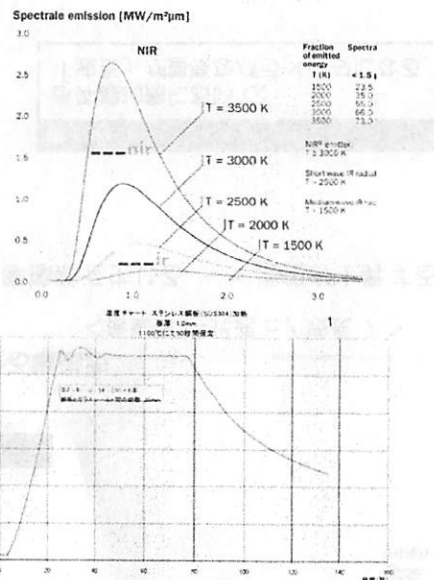
赤外線がこれまで苦手としていた金属の急速加熱が可能。



◆SUS304（1mm）の加熱

1100℃まで30秒で昇温。

弊社赤外線試験装置



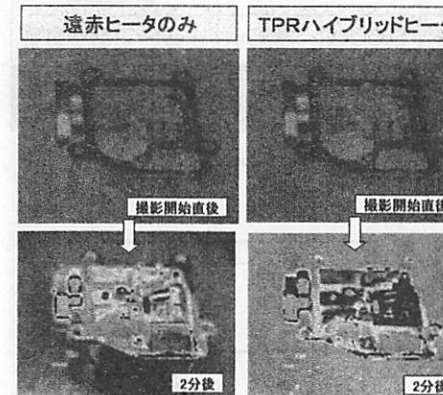
23

赤外線加熱の適用事例③ 遠赤外線+熱風ハイブリッドヒーター



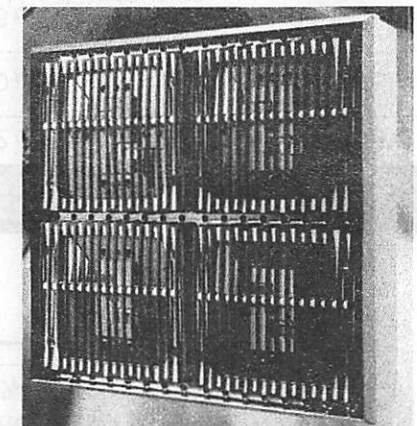
◆遠赤外線と熱風のハイブリッド

電子基板の加熱例



併用することで、複雑形状を均一に加熱することができる。

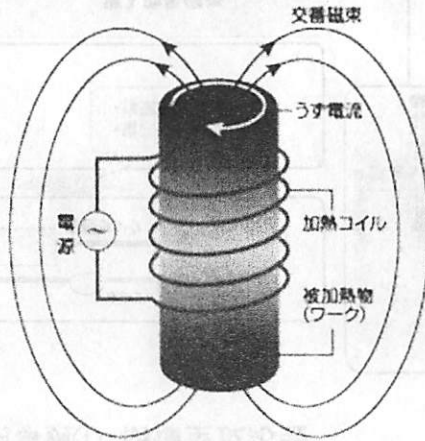
© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.



ヒーター種類	TPRハイブリッドヒーター
ヒーター電源	QUT60B発熱体
定格電圧	单相 200V
消費電力 (kW)	2.0
寸法 (幅×高さ×奥行) (mm)	262×262×126
端子数	M4
温度センサー	1 (ヒーター温度1ヶ所)
質量 (kg)	4

25

④ IH(電磁誘導)加熱

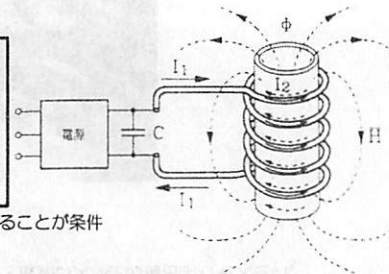


IH(誘導加熱)の原理

IH [Induction Heating]

コイルを流れる電流が作る磁束により、導電性の加熱物に誘導電流(渦電流)が生じ、ジュール加熱によって自己発熱する。

※被加熱物が導電体(金属、カーボンなど)であることが条件



◆表皮効果

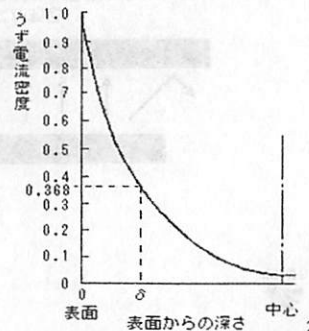
渦電流は、表面に近いほど大きく、内部にいくにつれて、指数関数的に小さくなる。

渦電流密度が表面の0.368倍の点を浸透深さ δ と呼び、表面からこの点までに自己発熱の約90%が生じる。

浸透深さ δ は、周波数の平方根に反比例する。

$$\delta = 5.03 \sqrt{\frac{\rho}{\mu \cdot f}}$$

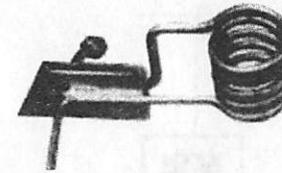
ρ : 金属の固有抵抗 ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$)
 μ : 比透磁率
 f : 周波数 (Hz)



IH(誘導加熱)のコイルの種類

◆コイル形状

ソレノイドコイル

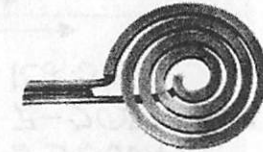


●棒状物体に利用されることが多い

事例

- ・誘導溶解炉
- ・焼入、焼戻、焼鈍などの熱処理
- ・コンプレッサケースの予備加熱

トランスバースコイル (パンケーキ型コイル)



●板状物体の加熱に利用されることが多い

事例

- ・IHクッキングヒーター
- ・ハンディタイプのろう付け
- ・アルミホイールの塗装乾燥

IH(誘導加熱)の特徴①

◆メリット

- ・エネルギー密度が高いため、高速加熱が可能
➡ 加熱時間を短縮し、ライン長を短くすることができる
- ・ワークを直接加熱するため、効率が低い
➡ 断熱材を利用できる場合は、さらに効率が高くなる(～80%程度)
- ・表皮効果によって、表面のみの加熱が可能
➡ ワーク内部まで加熱しないため、冷却時間短縮の可能性がある
- ・温度制御性が良い
➡ PID制御で温度制御が容易
- ・起動、停止が早い
➡ 操業開始の準備時間を短縮することができる

◆注意点(課題)

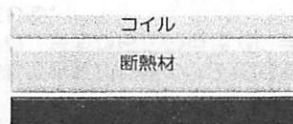
- ・多品種生産に対応しにくい
➡ ワークの種類ごとにコイルが必要になる
- ・複雑形状の加熱は難しい(均一加熱が難しい)
➡ シミュレーションである程度予想できるが、加熱条件に試行錯誤を要する
- ・自己発熱量は、コイルとワークの距離に依存する

IH（誘導加熱）の特徴②



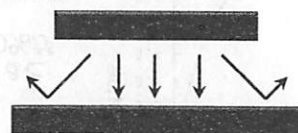
◆IHと赤外線加熱の違い

IH



- 断熱材を挟んでワークのみを加熱できる。
- 断熱材により、放熱ロスが低減でき、コイルの温度上昇も抑えられる。

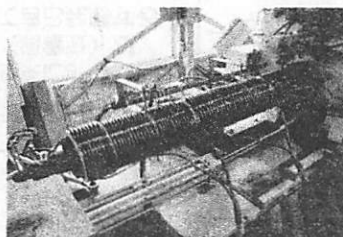
赤外線



- 反射ロスがある。
- 放熱ロスが左の場合よりも大きい。

◆アプリケーション例

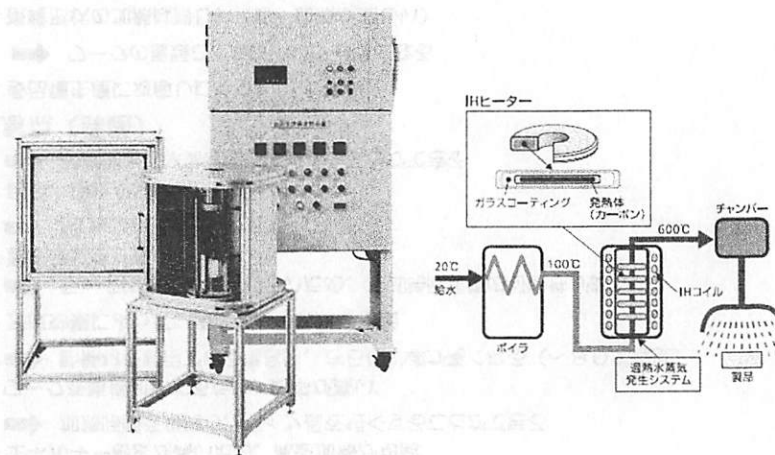
- シリンダーの加熱



© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

30

IH加熱の適用事例② 高温過熱水蒸気発生機



◆適用例

- 電子機器用放熱シートの性能向上
- セラミックス製品の脱脂・乾燥
- 植物工場の飼料繊維施設の再生

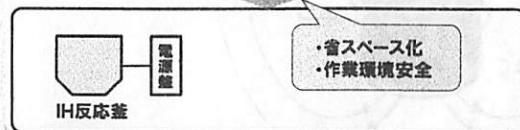
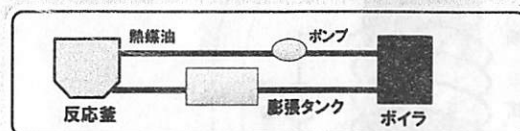
© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

32

IH加熱の適用事例① 防爆型反応釜



システムフロー



- 省スペース化
- 作業環境安全

加熱要素技術

IH（誘導加熱）

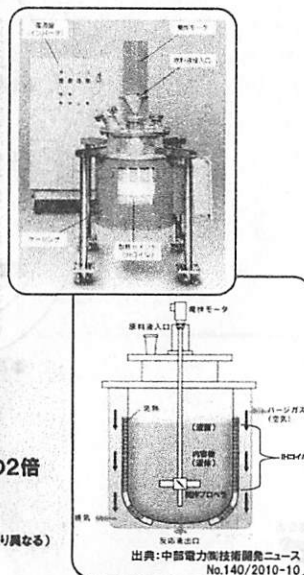
適用可能工程

樹脂、化学繊維、塗料、機能性食品

導入効果例※

- 設置面積 ▲80%
- 省メンテナンス
- 昇温スピードが従来方式の2倍
- 火災リスクの低減

※当社推定(条件により異なる)

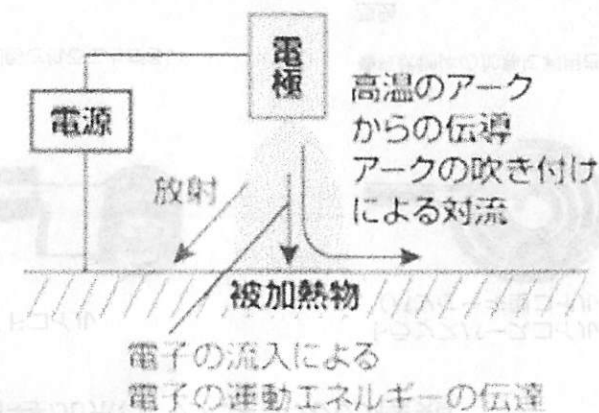


出典: 中部電力技術開発ニュース No.140/2010-10

© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

31

⑤ プラズマ加熱



© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

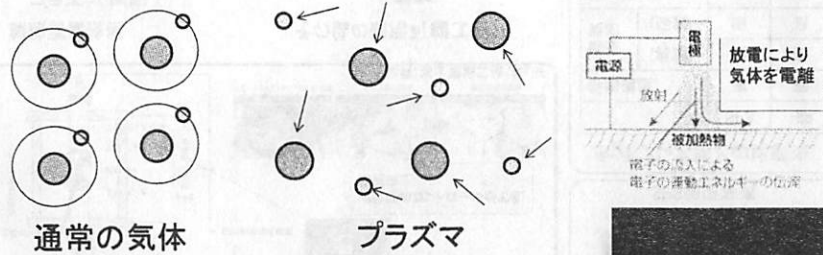
33

プラズマについて



◆プラズマとは

物質の状態の一つで、原子核と電子がバラバラとなった状態（物質の第4態、電離した気体）



→当社では過去に医療廃棄物処理装置への応用に取り組んだ実績があり、独自のノウハウを保有。
そのノウハウを他の産業用の事例に展開中。

プラズマの特徴



	低温プラズマ	高温（熱）プラズマ
状態	気体中の電離の割合が低く、気体の温度が低い状態	気体中の電離の割合が高く、気体の温度が高い状態
利用方法	発生した反応性の高い粒子により、照射面を加工する。	発生した高温のプラズマの熱により被加熱物を加熱する。
用途	エッチング（微細加工）、表面改質（濡れ性）等	溶解、溶接、切断（対象物の加熱）、焼結、溶射（コーティング）
メリット	・小さい粒子（電子）が動くため、ナノメートル単位の処理が可能	・5,000℃以上の高温処理が可能 ・狭い領域でエネルギー密度が高いため、高速加熱（処理）が可能 ・微細なものも処理可能
注意点	・一部の用途では大量生産には不向き（小ロット向き）	

プラズマの利用



低温プラズマ

エッチング	表面改質
プラズマ中にエッチングガスを添加し、材料表面の特定部分を削り取る。	プラズマを表面に当て、濡れ性の向上など、表面を改質。雰囲気は自由。

高温（熱）プラズマ

溶接・切断・溶解	焼結	溶射
電極と被加熱物の間にプラズマアークを作り出し、溶接・切断・溶解。	対象物に通電し、焼結体間に発生するアークを活用して焼結。	プラズマ中に被膜材料（金属・セラミック等）を添加し、皮膜を生成。

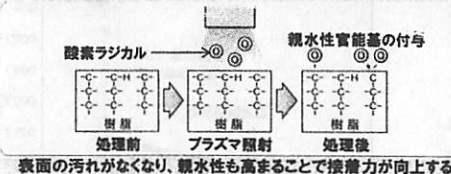
プラズマの適用事例① 大気圧プラズマによる接着強度向上



樹脂／金属へ大気圧プラズマの前処理を実施すれば、接着剤やコーティング材の接着強度が向上します。

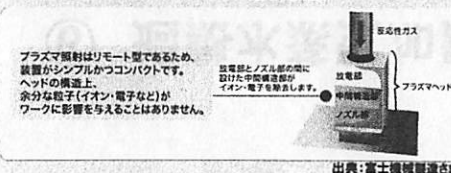
原理

- ・大気圧プラズマによる材料表面の有機物の除去
- ・表面への親水性（カルボキシル基やカルボキシル基等）の付与



構造

大気圧下でプラズマを生成するため、減圧装置が不要で、インライン化が可能。



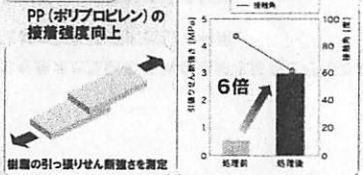
出典：富士機械製造株式会社

効果

富士機械製造「高密度・大気圧プラズマユニット」

1. 高い処理能力（高密度プラズマ）による時短
2. 電氣的に中性かつ、照射温度が低いため、材料への熱影響が小さい
3. 減圧装置を用いないため機器構成が簡素
4. 連続処理・部分処理が可能

効果例



適用先

接着力の向上、洗浄、有機物の除去、親水性の向上、コーティング前処理、各種表面改質、殺菌処理、

プラズマの適用事例② アーク加熱による取鍋予熱



主な特徴

省エネルギー

排気による熱損失が少なく、従来のガスバーナーと比較すると、加熱に使用する有効熱量が大幅に増加しており、省エネ・省CO₂が期待できます。

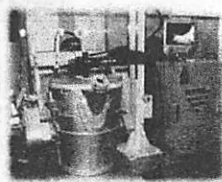
作業環境の改善

バーナーによる加熱では、多量の燃焼ガスが大気に放出されて取鍋周辺の雰囲気が高温になりますが、アーク加熱では排気がごくわずかであり、断熱室も設置するため、取鍋周辺の温度上昇が抑えられます。

酸化物の抑制

ほぼ密閉状態の加熱が可能で、取鍋内部への酸素供給が少ないことから、内部に付着した鉄の酸化が抑制され、ノロと呼ばれる酸化物(廃棄物)生成を低減できます。

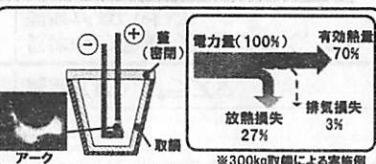
装置外観



従来の取鍋予熱(燃焼式)



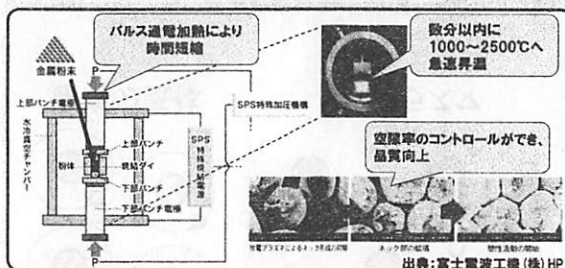
アーク加熱による取鍋予熱



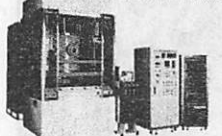
プラズマの適用事例③ プラズマ焼結



システムフロー (金属粉末焼結工程での適用例)



出典:富士電波工業(株)HP



SPS装置写真

ホットプレス法との比較※

	SPS	HIP
昇温速度	速	遅
焼結時間 (昇温) (保持)	短 短	長 長
均一焼結	○	○
拡張性	○	△
生産性	○	△
設備投資	○	△
ランニングコスト	○	△
消費電力	1/3	1

※富士電波工業(株)HP

加熱要素技術

プラズマ(真空)

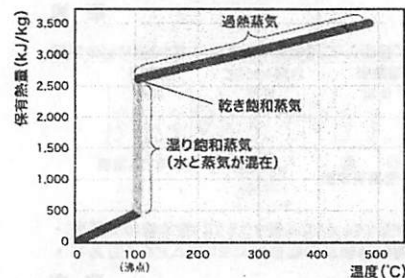
今後の課題

- ・複雑形状への適用
- ・イニシャルコスト
- ・大量生産、多品種生産

その他の適用可能工程



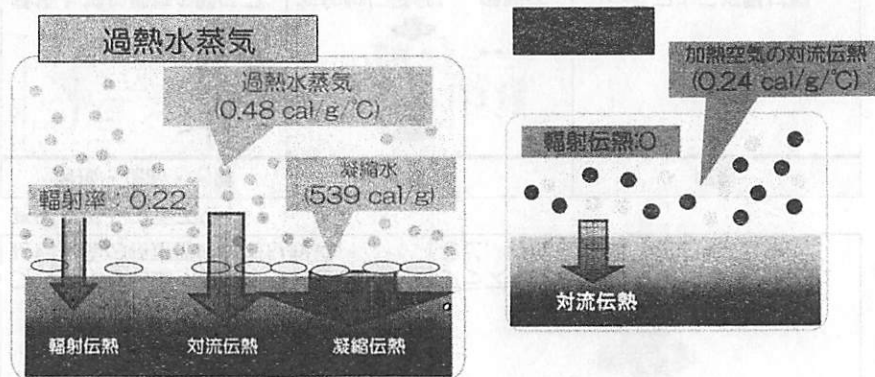
⑥ 過熱水蒸気加熱



- ・100℃を超えた高温の蒸気を過熱水蒸気と呼んでおり熱風に替わる加熱方式として利用。
- ・無酸素雰囲気での加熱ができるため食品の酸化させずに加熱処理することなどが可能。

700℃程度の温度も発生可能

過熱水蒸気による加熱原理

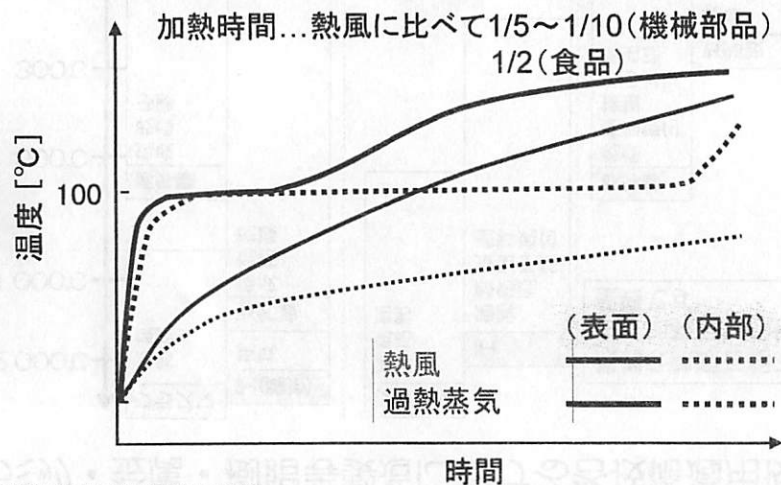


凝縮伝熱が大きいので、加熱速度が空気と比較して圧倒的に早い

過熱水蒸気と熱風の比較



「内部まで」、「素早く」、「ムラなく」加熱！



© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

42

過熱水蒸気加熱の適用事例① 切粉の脱脂洗浄



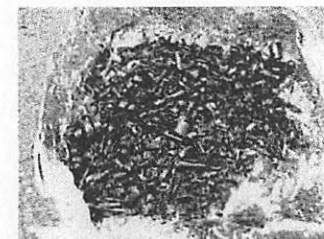
空間温度300~400℃での切削屑の脱脂試験結果

処理前

処理後



油付着量 3.0 wt %



油付着量 0.2 wt %

油分の加水分解反応により低分子化
再生材の酸化抑制による歩留まり向上
溶解時の火災防止

© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

44

過熱水蒸気の特徴



◆メリット

- ・高速加熱
➡ 金属部品乾燥の場合、熱風に比べ、1/5~1/10
- ・均一加熱
➡ 製品内部まで熱浸透し、均一加熱が可能
- ・対象物を酸化しない
➡ 無酸素に近い処理が可能
- ・温度制御性が良い
➡ 電気式の場合は、過熱水蒸気温度の制御性が良い

◆注意点

- ・温度降下が大きい
➡ 噴射後はすぐに温度降下するため、対象物との距離を考慮する
- ・加熱初期に結露が発生
➡ 加熱初期に水蒸気が加熱対象表面で凝縮し、水滴が付着するため、水分の影響を嫌う加熱対象には使用不可(ただし、最終的には乾燥できる)。

© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

43

過熱水蒸気加熱の適用事例② 洗浄後の乾燥



効果

- 水系洗浄装置の適用範囲拡大
- 乾燥時間の短縮
- 複雑形状部品の完全乾燥

従来

熱風による乾燥

水系洗浄剤は、溶剤系洗浄剤に比べて乾燥に時間がかかるため、溶剤系洗浄液から水系洗浄液へ転換したくても断念する場合が多かった。
このため、熱風乾燥に代替する高速乾燥技術が求められていた。

過熱水蒸気による乾燥

従来の熱風に比べて、5~10倍の加熱能力があるため、部品表面の水分を短時間に乾燥できます。

特徴

- ①環境負荷・コストの削減
溶剤系洗浄剤から、安価な水系洗浄剤に代替できるため、購入費用および廃棄コストの削減が期待できます。
- ②高い安全性
引火性がないため、工場の作業環境が安全になります。

過熱水蒸気高速乾燥装置「SSドライヤー」



洗浄
(水系洗浄液)

乾燥
(過熱水蒸気)



洗浄装置 すすぎ装置 すすぎ装置 乾燥装置

中部電力㈱とナステック、関大同の共同開発品です。

© 2013 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

45

特長

- ### ①材料費の削減・歩留まりの向上

食品工場の材料コストを、大幅に削減することが可能※。

※食品の種類によって削減幅異なり、削減できない場合もある。

- ②食品の風味を自在に調節可能

過熱蒸気と熱風の混合割合を変えることで、
食品の匂い・味・食感を自在に調節することが可能。

- ③省エネルギー

食材の大きさに合わせて、トレイの高さを自由に調節することで、無駄なエネルギー消費を抑えることができる。

- #### ④高速焼成

熱風に比べて焼成時間が2分の1に。

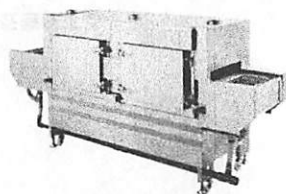
- ### ⑤味と食感の向上

蒸発を抑えたまま高速で食品を加熱できるため、ジューシーな食感が得られる。また、うま味成分の蒸発も抑えられるため、味が向上する。

- ⑥脱臭効果 青魚のくさみなどを除去。

- ⑦栄養素の保持

熱風や湯煎に比べて栄養素が逃げにくいので、食材の持っている本来の美味しさを活かした食品ができる。



 中部電

お客様の素材

- ◆金属
- ◆樹脂
- ◆食品・飲料
- ◆ガラス
- ◆ゴム
- ◆セラミック
- ◆化学品、医薬品
- ◆紙 など

× ◆形状、サイズ
◆生産条件

お客様のニーズ

- エネルギー効率を高めたい
- 生産時間を短縮したい
- ライン長を短くしたい
- 装置を小型化したい
- 生産性を上げたい
- 歩留りを改善したい
- 品質を向上したい
- 作業環境を良くしたい

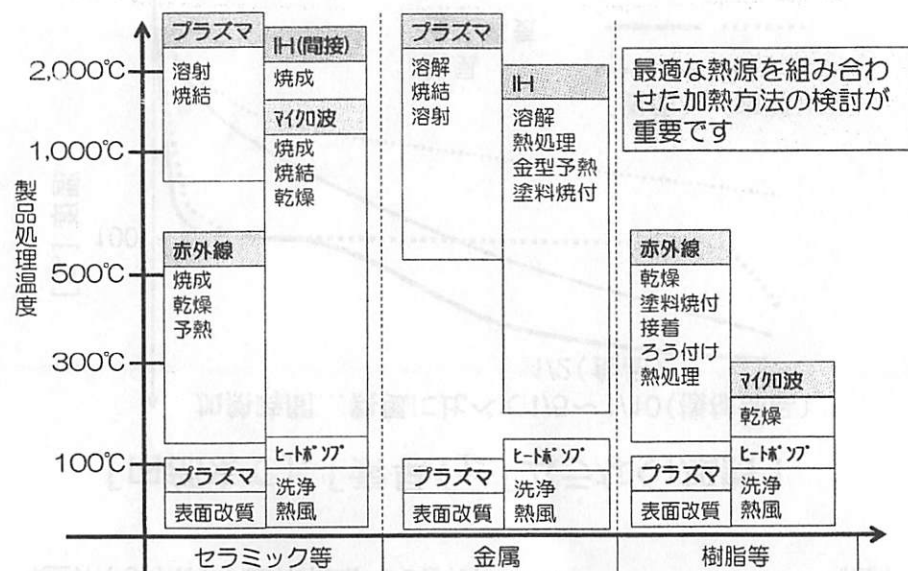
マツチング

お客様の素材とニーズに適した加熱技術の選択が必要

加熱技術

- IH(誘導加熱)
- 赤外線加熱
- 過熱水蒸気加熱
- ジュール加熱
- マイクロ波加熱
- ヒートポンプ
- プラズマ加熱
- 燃焼
- 上記の組合せ加熱

中部電力



※抵抗加熱は全領域です