

# 省エネ・省コスト・ビジネスに関する技術開発の紹介

中部電力グループでは、お客さまニーズにより添ったサービスを提供し、お客さまに選ばれ続けるため、工場等の生産工程に関わる機器の開発・運用、開発一体型ソリューションなどを展開し、取り組んでおります。今回は、最近の取り組みの中から、ビジネスに向け省エネ、省コストに貢献できる研究開発事例を4件紹介します。

## 冷凍食材の自動解凍機械「Sassa (サッサ)」の開発

### ▶ 開発機背景・目的

冷凍食材は、急激に温めて解凍すると細胞から旨み成分が抜けだし品質が劣化するため、冷蔵庫で一日程度の時間をかけて解凍する「冷蔵庫解凍」が一般的であった。その他に、短時間で解凍する方法として電磁波や流水を使う解凍方法があるが、解凍ムラの発生や衛生管理が難しい等の課題があった。

今回、冷凍食材を短時間でおいしく解凍できる「自動解凍機（商品名：Sassa (サッサ)」を株式会社菱豊フリーズシステムズと共同で開発した。

### ▶ 開発機の概要

開発機は、様々な冷凍食材の解凍条件に対し、最適化したミスト気流で解凍することで、「冷蔵庫解凍」に比べ6分の1以下の時間で遜色のない解凍が可能である。鶏肉60kgを-20℃の状態から冷蔵庫で解凍する場合、冷蔵庫解凍では24時間以上かかるところ、開発機では冷蔵庫解凍での品質を確保しながら、最短で約3.5時間での解凍が可能となった。また、プログラミング機能も搭載し、冷凍食材と解凍完了時間をあらかじめ設定しておくことで、自動で解凍開始時間を計算して、解凍を行ない、その後、冷蔵保管に移行する。

これまでの解凍では、解凍庫の上下方向に温度差が発生したり、気流があたる部分のみ解凍が進むなど、解凍ムラが発生しやすかったが、当社独自の「ミスト気流循環」技術により、食材を包み込むようにミスト気流が拡散するため、解凍庫内での解凍ムラ発生を抑制することができた。

また、簡単な操作で運転できるようタッチパネルを採用し、温度履歴も自動で保管するため、トレーサビリティを担保でき、これにより初心者でも簡単に食品衛生法（HACCP）\*に適用した衛生管理ができる。

食材の出し入れはキャスター棚ごと行えるため、食品入れ替えの手間を大幅に軽減する。

\* HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point)

食品等事業者が食中毒菌汚染や異物混入等の危害要因を把握し、原材料の入荷から製品の出荷に至る全工程の中で、それらの危害要因を除去又は低減させるために工程を管理し、製品の安全性を確保する衛生管理のこと

### ▶ 導入事例紹介

2020年11月2日から販売開始して、給食・お弁当工場や大手スーパーマーケットの食品加工部門、水産加工工場などから引き合いを受けており、導入のための解凍試験や仕様の検討を実施している。

### ▶ 省力化効果

これまで冷凍食材の解凍は、解凍品質を確保するため、多大な手間と時間を要していた。例えば「冷蔵庫解凍」では、冷凍庫から冷蔵庫への移動・入替作業や、「流水解凍」では、職人の目による解凍状態の監視などである。

開発機では、こうした手間をなるべく無くし、作業経験の浅い作業者でも戸惑うことなく作業に従事できるよう、プログラム機能付きタッチパネルや食材を棚ごと入替できるキャスター棚を採用し、解凍完了時間の自動計算や温度履歴の自動取得、食材の入替回数の低減など、徹底した省力化を図っている。

### ▶ 今後の動向

開発機は、当社が保有する蒸気や気流を制御する技術によって解凍時間の短縮と解凍ムラの解消を両立させた。加えて、食材の温度履歴の自動取得や解凍温度制御などHACCP導入に必要な機能を搭載し、衛生管理を厳格化した2021年改正食品衛生法に適合する。

今後は、今回の開発で得られた知見を応用し、これまで冷凍が難しいと言われてきた、野菜や果物といった生の食感を活かす食材の冷凍に挑戦していきたい。

食材の長寿命化やフードロスの低減の観点からも、食材の低温流通（コールドチェーン）は、今後、益々発展していくと考えられる。安全安心で美味しい食品提供の一助となれば幸いである。



図 自動解凍機械「Sassa (サッサ)」

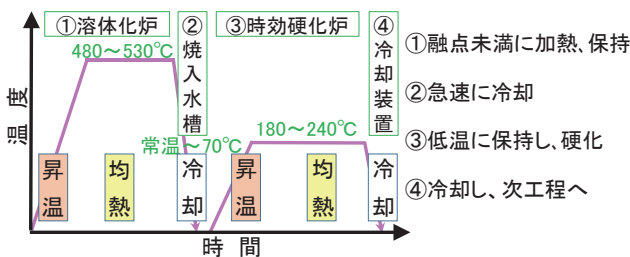
執筆者／森秀樹・長伸朗（先端技術応用研究所 先端技術ソリューショングループ）



## 超コンパクトモジュール型ハイブリッド熱処理炉「EC Hybrid II」の開発

### ▶ 開発品の背景・目的

熱処理は、材料を加熱、冷却して強度等の性質を上させる技術であり、昇温、均熱、冷却など複数の工程で構成される。第1図にアルミ部品の熱処理工程を示す。従来、大型のガス式熱風循環炉が使用されていたが、少量多品種や生産変動への対応が出来ず、生産ラインの変更も困難であった。そこで、少量生産が可能なフレキシブルな生産ラインの構築と省エネ、省スペースを実現した超コンパクトモジュール型ハイブリッド熱処理炉を株式会社エコムと共同で開発した。

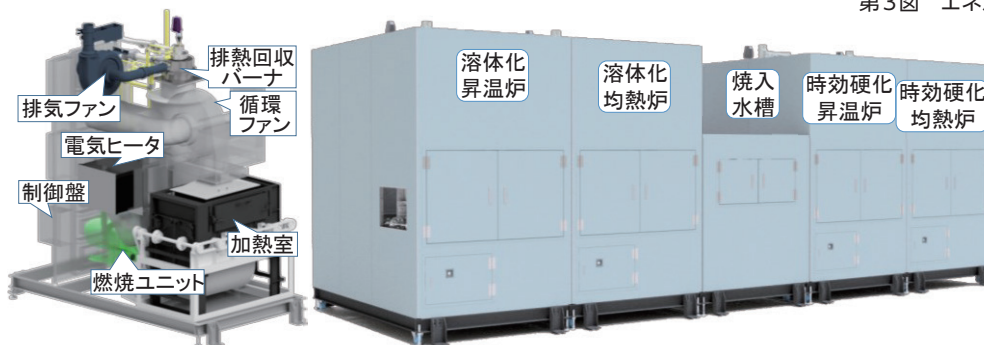


第1図 アルミ部品の熱処理工程

### ▶ 開発品の概要

開発品は、電気とガスの熱源を備え、風速も可変としたハイブリッド式熱風循環炉であり、工程毎に最適な加熱条件を設定できる。第2図に示す通り、熱交換器とガスバーナを一体化した排熱回収バーナの採用や電気ヒータ、加熱室、排気ファン等の最適配置により、小型化を図った。さらに、制御盤と燃焼系の計器・バルブを同一面から監視・点検する構造で、各炉を隙間なく連結でき、従来比7割以上の大幅な省スペース化を実現した。

また、熱源や風速の切替で、様々な加熱工程に対し、省エネや時短に最適な条件に調整できるほか、モジュール化構造であるため、必要な数だけ連結することにより生産量の変動やレイアウト変更にも対応できる。



第2図 開発装置 (左:単体の機器構成、右:熱処理システムの構成例)

### ▶ 導入事例紹介

本開発品は、2020年11月2日より販売を開始した。ガス60kW、電気20kWの出力を備えた最高590°Cの熱処理炉を複数台連結してシステムを構成した場合、1台あたり価格は1000万円である。

現在、輸送用機械など様々な工場のお客さまより、金属部品の熱処理や予熱、脱脂乾燥等の用途で多くの引合いを頂いており、導入に向けて加熱条件の評価、選定や設置レイアウトの検討等を進めている。

### ▶ 省エネ効果

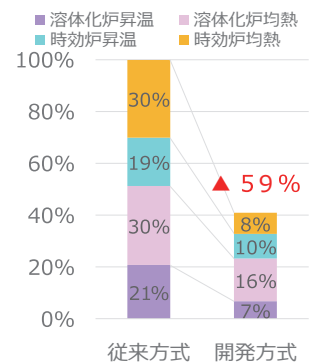
第1図の熱処理工程において、従来方式は溶体化炉、時効硬化炉ともにガスを熱源とした合計2台の熱風循環炉とした。開発方式は、溶体化炉、時効硬化炉ともに昇温と均熱を別の炉として個々に条件を最適化した4台の連結を想定した。同じ数量の熱処理が完了できる条件で、第1図の①と③の一次エネルギー消費量合計値を比較した。その結果を第3図に示す。

一次エネルギー消費量全体では約6割の省エネを実現した。特に時効硬化炉の熱源を電気としたことで、大幅な省エネに繋がった。また、各熱処理工程を昇温炉と均熱炉に分けたことで、昇温の熱風温度を均熱より5~50°C高めることができ、昇温時間を約4割短縮した。

### ▶ 今後の動向

熱処理工程を有するお客さまに開発システムを提案し、工場の省エネ・省スペース化の構築に貢献する。

さらに、電気・ガスを容易に切替えられる特長を活かし、デマンドレスポンスや低炭素化のニーズにも応えていく。



第3図 エネルギー消費量の比較

執筆者/ 棚橋尚貴 (先端技術応用研究所 先端技術ソリューショングループ)



# 省エネ・省コスト・ビジネスに関する技術開発の紹介

## ルームエアコンの電力使用量推定に関する研究

### ▶ 研究の背景・目的

中部電力ミライズの「ここりモ」は、日々の暮らしをもっと心地よくするため、スマートフォンアプリと専用の赤外線リモコンを用いて、ご自宅の家電を手軽に操作できるサービスであり、2018年度より利用されている（第1図）。



第1図 ここりモの現行サービス

このサービスでは、利便性向上のため新機能を追加しており、2020年7月には利用者の好みの温度を学習して、エアコンの設定温度を自動化するAI制御機能が搭載された。

その他には、エアコンを操作する際、設定された運転に必要な電気代をスマートフォンに表示する機能があり、節電行動等による省エネルギーが期待できる。

そこで、電気代をより高精度に予測する手法を検討した。

### ▶ 研究の概要

現行の推定方法は、統計データである単位面積あたりの冷暖房負荷に設定温度や運転時間および機器効率等を考慮してエアコンの電力使用量を推定し、電気代を計算している。

しかしながら、エアコンが設置された部屋の断熱性能や隣室の利用といった生活行動による影響を考慮することができない。

そこで、ご自宅のエアコンの電力使用量を計測し、機械学習によりエアコンの使用状態を学習して推定す

る手法を検討した。

機械学習に必要なデータを取得するため、2019年7月～9月に100件のお客さまを対象にモニタ試験を実施した。

本試験では、当社が開発した電力センサーを用いてエアコンの電力使用量を計測するとともに、エアコン仕様や住宅構造およびエアコンに対する満足度等、58項目の特徴量を取得した。（第2図）。



第2図 モニタ試験方法

58項目の特徴量から機械学習によりエアコンの電力使用量を推定した結果、11項目の特徴量を用いた予測モデルを見出した。

### ▶ 効果

新方式と現行方式の推定誤差を比較した結果を第1表に示す。新方式の平均絶対誤差率（MAPE）は0.39であり、現行方式の0.70より44%小さい。

同様に、平均平方二乗誤差（RMSE）は現行方式より52%小さい。

第1表 分析結果

	平均運転時間 (分)	1時間あたりの電力使用量 (Wh)	1時間あたりの予測電力使用量 (Wh)	MAPE (N.D)	RMSE (Wh)
現行方式	173	1,157	346	0.70	1,110
新方式			1,153	0.39	528

### ▶ 今後の展開

新方式で用いた11項目の特徴量は、現行方式で利用されている情報と「ここりモ」で取得されるデータであり、予測モデルの変更のみでサービス化が可能である。

今後、暖房時への適用性について検討していく。



執筆者／志村 欣一（先端技術応用研究所 情報通信 G）

## 高効率ファインバブル式液清浄化装置の開発

### ▶ 開発品の背景・目的

輸送用機器をはじめとする工場では生産の過程で様々な廃液が発生する。循環型社会を意識したSDGs経営を目指す企業はこれら廃液の最小化を目指している。

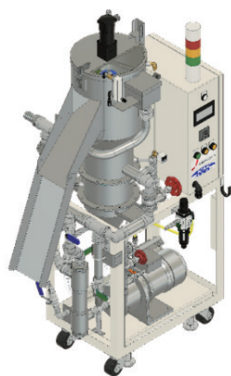
以前より洗浄工程の提案で協業を行ってきた関西オートメ機器株式会社（以下、関西オートメ機器）は、これらの廃液削減ニーズを満たすファインバブル技術を採用した液の清浄化装置を2018年に市場投入しているが、清浄化能力不足や使用範囲が限定的、といった課題があった。

そこで、当社の流体シミュレーション技術を活用し、清浄化装置内の流体の動きを最適化した新たな液清浄化装置を関西オートメ機器と共同で開発した。

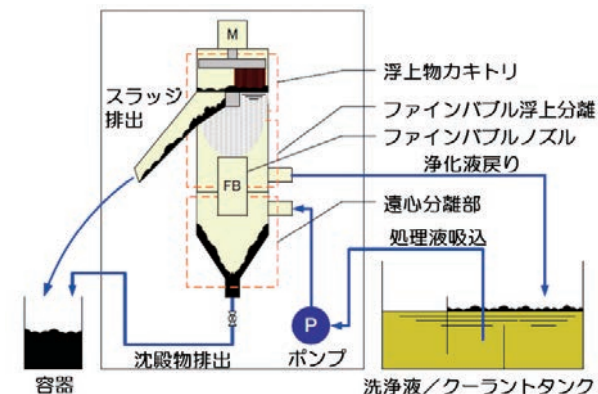
### ▶ 開発品の概要

開発品の外観を第1図に、システムフローを第2図に示す。第2図に示す通り、右下にある汚れた液体をポンプにより不純物分離槽へ送り、ファインバブルと混合する。ファインバブルと吸着した不純物は上部へ浮上し、外部へ排出され、清浄化された液が水槽へ戻る。これを繰り返すことで汚れた液体を清浄化される。清浄化性能を高めるためには、ファインバブルと効率的に吸着、浮上させることが重要となる。

本開発品は、第3図に示す通り、従来品の流体の動きをシミュレーションし課題を抽出し、その課題を解決できるように、内管の追加、パンチングメタルの位



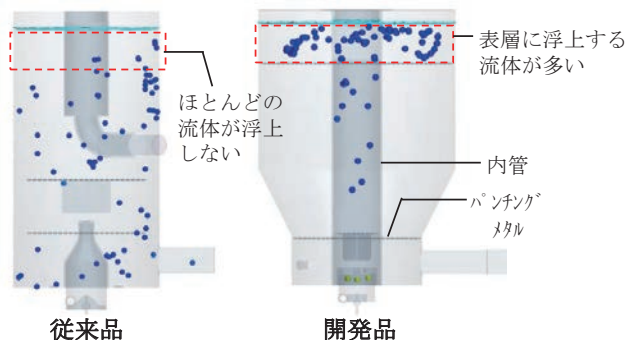
第1図 開発品の外観



第2図 システムフロー

執筆者/田中良・赤坂千春（中部電力ミライズ（株）法人営業本部エンジニアリング部）

置、枚数を工夫するなど、様々な条件でシミュレーションを実施し、最適な構造設計を行った。その結果、従来品に比べ清浄化能力を70%向上させることができた。



第3図 不純物分離槽内の流体シミュレーション

### ▶ 導入事例紹介

機械加工工場では従来、切削液中に含まれるスラッジをマグネットセパレータで除去していたが、除去率が低く頻繁に液交換を行っていた。開発機の導入によりスラッジ除去量を3倍に増やすことができ、液交換回数を大幅削減できた。

### ▶ 導入効果

開発品は洗浄液、切削液の長寿命化につながり、液交換回数を半減でき廃液の削減につながる。それに伴い、新液購入コスト、排液処理コストを削減できる。また、液の清浄度を良い状態で保てるため、洗浄、切削品質の向上も期待できる。さらに、ファインバブルによる曝気効果により、悪臭の低減も期待できる。

### ▶ 今後の展開

開発品は、当社より2020年1月に「超高速ファインバブル浮上分離装置 RaFloM-HE（ラフロム HE）」の商品名で発売された。今後は、全国の製造業のお客さま工場内の洗浄工程、切削工程を対象に普及を図ることで、循環型社会の実現に貢献したい。

