

# エネルギーサービス No.1 企業グループを実現するために 法人営業部と技術開発部門が取り組む「開発一体型ソリューション」

中部電力は「エネルギーに関するあらゆるニーズにお応えし、成長し続ける企業グループ」を目指し、「エネルギーサービスNo.1企業グループの実現」をミッションの一つとして掲げています。

法人営業部では大規模ビルや工場のお客さまに省エネルギー・省コストなどさまざまな技術提案を通し、最適なエネルギー利用をお客さまとともに追求しています。技術開発部門では効率的なエネルギー利用を促進するための技術開発をしています。

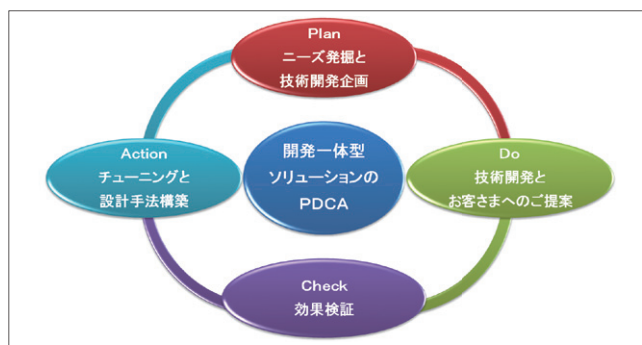
電力自由化以降、法人営業部と技術開発部門はお客さまの多様なニーズにお応えするため、互いに協力し合いながらお客さまに最適なエネルギー利用を提案しています。本稿ではこの取り組みを「開発一体型ソリューション」と呼び、概要について工場のお客さまを例にご紹介します。

## 1 開発一体型ソリューションとは

当社は省エネ・省コストといったニーズに対し、エネルギー利用実態に合わせ、既存のアイテムをどのように適用すれば良いかを検討し、お客さまとともに課題解決に取り組んでいます。

しかし、日本の製造現場において一般的な省エネは進んでおり、投資に対して費用が短期間で回収できる項目は非常に少なくなっています。課題も生産工程短縮や生産性向上と一体化した省エネなど、モノづくりの高度化とともに多様化しており、既存技術の単なる適用では課題解決に至らない場合も多く存在します。

このような背景から法人営業部と技術開発部門が協力し、既存技術の適用では解決する事のできない課題について、技術開発を含めた取り組みを行っています。限られた経営資源で最大の効果を発揮するため、お客さまのニーズが高く、今後日本のモノづくりをリードできるテーマを選定し、技術開発からお客さまへの提案、試行錯誤の上でお客さまとともに課題を解決していくという一連の取り組みが「開発一体型ソリューション」です。



第1図 開発一体型ソリューションPDCA

## 2 開発一体型ソリューションのPDCA(第1図)

### (1) Plan: ニーズ発掘と技術開発企画

お客さまのニーズが高く、今後の日本のモノづくりをリードできるテーマについて技術開発を企画します。すでに顕在化している課題だけでなく潜在的な課題をお客さまと発見することが重要です。

### (2) Do: 技術開発とお客さまへの提案

試験機を製作し何度も実証試験を積み重ね技術開発をしていきます。開発された技術をお客さまのエネルギー使用実態に合わせ提案し、お客さまとともに課題を解決していきます。

### (3) Check: 効果検証

導入していただいた技術について、計測などで導入効果を検証していきます。

### (4) Action: チューニングと設計手法構築

導入効果を検証していく中で、運用形態や稼働状況が当初の想定と異なり、更なる効率アップが期待できる場合は、システム全体をチューニングします。また検証結果から最適な設計手法についても検討を行い、簡便かつ効果的な設計手法を構築します。

## 3 開発一体型ソリューションに重要なこと

### (1) 市場把握と先進的な技術開発

どのような業界のどの工程に課題があるかを整理し、市場性の高いテーマについて重点的に取り組み、技術開発につなげます。これと並行し、将来有益と思われるテーマについては、要素技術の開発にも積極的に取り組み、常に時代の先端を見据えた技術開発を行っています。開発一体型ソリューションにはニーズとシーズのバランス良い技術開発が重要です。

### (2) 要素技術とお客さまニーズのマッチング

電気加熱をはじめとする要素技術について研究を実施しており、特許も多数保有しています。これらの要素技術をお客さまの課題解決にどのようにつなげていくかをお客さまとのコミュニケーションの中で見出すことが重要です。

### (3) ニーズ発掘から技術開発に至るスピード

世界と競争するお客さまを取り巻く環境の変化は非常に早く、開発スピードが遅ければ、お客さまの課題解決のタイミングに間に合わなくなります。お客さまの課題を発掘してから技術開発に至るまでのスピードが重要です。

以上3点を実践するためには、法人営業部と技術開発部門が密にコミュニケーションをとり協力することが重要です。

#### 4 開発一体型ソリューションを実施するために

法人営業部と技術開発部門がコミュニケーションをとり協力していくために、当社は以下の内容について具体的に取組んでいます。

- 研究企画段階から研究期間中において法人営業部と技術開発部門の担当で会議体を設置(距離を近く)
- 年度途中での研究立ち上げや、法人営業部門からの依頼に対し、技術開発部門担当が迅速に技術協力できるしくみ(必要な時に必要なことを)
- 法人営業部門と技術開発部門の人事交流(一致団結して)

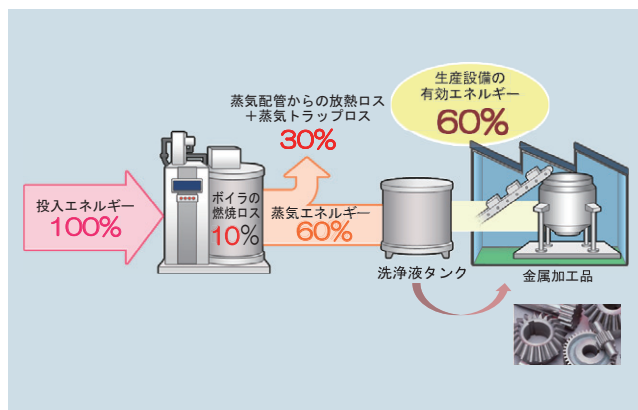
#### 5 最近の具体的な取り組みについて

これまで工場のお客さま向けにコンプレッサーや空調熱源などユーティリティーに関するご提案を多く実施した結果、省エネに関する理解が得られるようになりました。最近では一般的なユーティリティー向けの提案に加え、生産工程に踏み込み、生産性向上と一体化した省エネなどの提案を行っています。当社では「あらう」「あたためる」「とがす」を重点的テーマとしてとらえ、開発一体型ソリューション活動をさらに強化しています。

#### 6 各テーマの特徴について

##### (1) 「あらう」

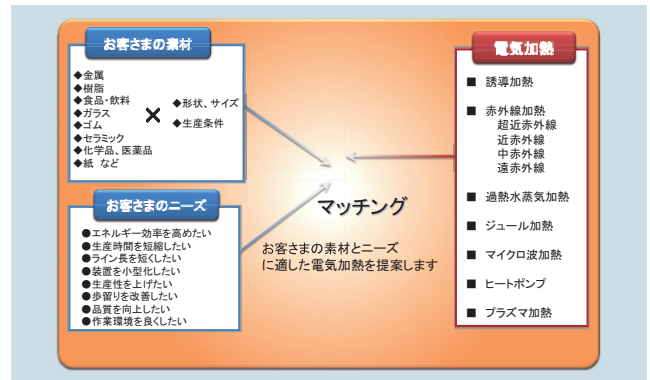
「あらう」工程では、洗浄槽に直接製品を浸し超音波をかける方式や、洗浄槽に貯めた洗浄液を配管で洗浄機に供給しシャワーする方式などがあります。各方式に共通して洗浄槽は蒸気や電気ヒータなどで温められています。蒸気は搬送ロス・トラップロス・熱交換ロスを加味し、ボイラに投入された熱量のうちどれだけの熱が実際に仕事をしているかを検討した結果、実際に使用されている熱量は非常に少ない事が分かってきました(第2図)。これは蒸気ボイラから蒸気使用箇所までの距離が長いほど顕著になります。「あらう」工程ではお客さまからのニーズが高い蒸気レスをターゲットに、必要な時に必要な分だけ洗浄槽の近くで温熱を供給するためにヒートポンプの技術開発を積極的に進め、これをどのように適用すればよいかを提案しています。



第2図 蒸気システム熱ロスイメージ

##### (2) 「あたためる」

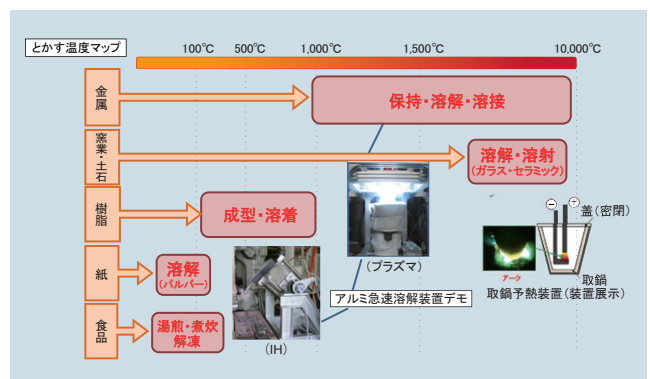
「あたためる」工程はお客さまにより方法が異なり、ニーズも多種多様ですが、加熱したいワークやお客さまのニーズにあわせ、最適な加熱方式を選択することが重要です(第3図)。当社は各加熱方式の紹介に加え、保有している試験機などで加熱試験を行い、お客さまが抱えている課題に適した加熱方式を提案させていただいております。



第3図 加熱方式と素材のマッチング

##### (3) 「とがす」

「とがす」工程の特徴は膨大なエネルギー消費量と要求温度が非常に高いことにあります(第4図)。このため、加熱に係る時間が長くなり、壁面からの放熱や排気による損失が多くなる傾向があります。電気加熱は一般的に使われる温度領域から、通常の燃焼では得る事のできない高温領域まで対応できるため、時間短縮が可能です。また、燃焼を伴わないため、排気による損失を低減することができます。「とがす」工程ではこれまでの手法にとらわれない、大きな発想の転換が重要です。



第4図 とがす温度マップ

(1)～(3)の工程で効率的なエネルギー利用を迫るため、IH、赤外線、プラズマ、マイクロ波、過熱水蒸気、ヒートポンプなどを積極的に活用しております。

#### 7 今後の展望

開発一体型ソリューションにはお客さまのご協力が欠かせません。コミュニケーションを大切にお客さまとともに成長し、より良いソリューションを提供していきます。

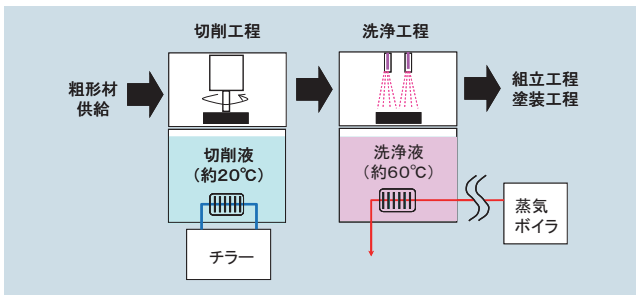
## 「あらう」洗浄工程用ヒートポンプ

### 1 開発の背景と目的

一般に、機械部品の切削加工では、切削時に切削液を冷却する工程、加工後の部品を60℃の洗浄液で洗浄する工程があります(第1図)。

部品洗浄工程では、主に電気ヒータやボイラの蒸気で加熱した60℃程度の洗浄液を使用していますが、特に工場の敷地内でボイラ室と洗浄工程がある建物との距離が離れている場合には、燃焼ロスやドレン回収ロスだけでなく蒸気配管からの放熱ロスが大きくなり総合効率が大きく低下するという課題がありました。そのため、洗浄工程の近傍に高効率な加熱機器を設置し、省エネルギー化を図りたいとの要望が多くありました。

そこで、平成22年にゼネラルヒートポンプ工業(株)と共同で、機械部品の洗浄液に対し、高効率な循環加熱を実現できる「洗浄工程用ヒートポンプ」を開発しました。



第1図 切削工程と洗浄工程

### 2 開発機の概要

開発機は洗浄工程で利用できる「加熱専用型」の他に「冷却・加熱兼用型」をラインナップしています(第1表)。「冷却・加熱兼用型」は、温水だけでなく、切削液の冷却に

第1表 開発機の仕様(加熱能力22kWタイプ)

仕様		加熱専用型	冷却・加熱兼用型
加熱 <sup>※1</sup>	能力	22.3 kW	22.3 kW
	消費電力	7.5 kW	7.5 kW
	加熱COP	3.0	3.0
冷却 <sup>※2</sup>	能力	-	20.5kW
	消費電力	-	4.0 kW
	冷却COP	-	5.1
冷却・加熱同時 <sup>※3</sup>	冷却能力	-	15.0 kW
	加熱能力	-	21.8 kW
	消費電力	-	7.1 kW
	総合COP	-	5.2
冷媒		R134a	
サイズ(L×W×H)		1.3m × 0.7m × 1.9m	
重量		550kg	600kg

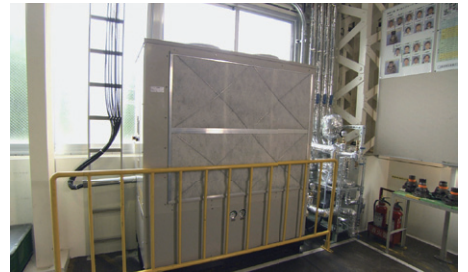
※1 外気温度25℃ DB/21℃ WB: 温水入口60℃、温水出口65℃  
 ※2 外気温度25℃ DB: 冷水入口20℃、冷水出口15℃  
 ※3 冷水入口20℃、冷水出口15℃: 温水入口60℃、温水出口65℃

適した15℃の冷水を同時供給できるため、さらなる省エネルギーを実現できます。本機は大型冷凍機などで実績のある冷媒(R134a)を用いることにより、高効率な循環加熱を実現しています。また、工場の切削工程で発生し、ヒートポンプの効率低下の原因となるオイルミスト対策として、熱交換器にフィルタを取り付け、ヒートポンプを洗浄工程の近傍(屋内)へ設置できるようにしました。

### 3 導入事例紹介

アイシン・エイ・ダブリュ(株)さまは、主に自動車用機械部品を生産されている会社です。平成22年4月から蒲郡工場をはじめ、田原工場、本社工場の既設切削・洗浄ラインへ、洗浄工程用ヒートポンプ(冷却・加熱兼用型7台、加熱専用型32台)を導入されています(第2図)。

ヒートポンプメンテナンス時のバックアップ熱源として、既設の蒸気ラインは残していますが、工場の蒸気レス化を達成したことで、熱が必要な場所に、必要な時に必要な量だけ供給可能なシステムを構築されています。



第2図 導入された洗浄工程用ヒートポンプ

### 4 導入効果

第2表に実測データに基づき蒲郡工場の年間1次エネルギー消費量、年間CO<sub>2</sub>排出量を算出した結果を示します。従来システムに比較して、開発システムでは一次エネルギー消費量で73%削減、CO<sub>2</sub>排出量で86%の削減と非常に大きな効果が得られることがわかりました。

また、導入された一部の「加熱専用型」にはヒートポンプ上部にフレキシブルなダクトを接続し、スポットクーラーとして利用することによって、現場の作業環境改善にもなっています。さらに、ヒートポンプに設置したフィルタにより、浮遊するオイルミストが捕捉されることにより、工場内のミスト濃度が低下するなど副次的な効果も見られています。

なお、本システムは、その有効性が評価され、平成23年度省エネ大賞(省エネ事例部門:資源エネルギー庁長官賞)を受賞しています。

第2表 導入効果

	蒸気システム	ヒートポンプシステム	削減効果(%)
一次エネルギー消費量(GJ/年)	20,238	5,563	73
CO <sub>2</sub> 排出量(tonCO <sub>2</sub> /年)	1,340	194	86

## 「あたためる」循環加温型ヒートポンプ CAONS

### 1 開発の背景と目的

工場の製造工程には、さまざまな加温処理があり、ボイラや電気ヒータなどの加熱機器が数多く用いられています。蒸気ボイラは一般に集中設置されており、加温場所まで長い配管を使って蒸気を搬送するため、配管からの放熱ロスが課題となっています。また、電気ヒータはエネルギー消費量の低減が課題となっています。

そのため、製造工程近傍に分散配置が可能な高効率加温機器として産業用ヒートポンプが開発され導入例も見られるようになってきましたが、お客さまからは循環加温水の高温化、ヒートポンプの高効率化、製造工程近傍の狭小スペースにも設置できるコンパクト化というご要望を戴いていました。



そこで、平成24年に東芝キャリア(株)ほかと共同で、産業用途の90℃までの循環加温が可能な空気熱源式循環高温ヒートポンプを開発しました。

### 2 開発機の概要

第1表に開発機の仕様を示します。2元冷凍サイクルを採用しており、低温側冷凍サイクルで構成される熱源ユニットと高温側冷凍サイクルで構成される供給ユニットからなります。

本機では、最高出口温度を90℃まで高温化し、70℃以上の高温が求められていた加熱殺菌工程、洗浄・脱脂工程、溶解工程などへヒートポンプの適用範囲を拡大しました。また、熱源ユニットと供給ユニットの間は、長さや曲げ自由度の高い冷媒配管で接続しているため、熱源ユニットを屋外設置し供給ユニットを温熱が必要な箇所の近傍に設置することや、熱源ユニットと供給ユニットの2段積みなど様々な設置制約条件に対応可能です。

第1表 開発機の仕様

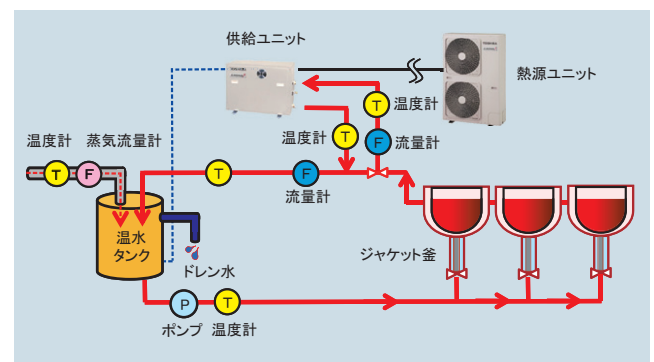
	熱源ユニット	供給ユニット
外観		
サイズ(L×W×H)	0.9m×0.32m×1.34m	0.9m×0.32m×0.7m
外気温度	-15～43℃	5～43℃
冷媒	R410A	R134a
温水出口温度	50～90℃	
定格加熱能力	14.0kW*	
COP	3.5*	

※外気温度25℃ DB / 21℃ WB、温水入口60℃、温水出口65℃

### 3 導入事例紹介

(株)明治東海工場さまは、チョコレート・スナック・キャンデー等、菓子類を中心に多品目の食品を生産されている工場です。主に食品の保温や加工に蒸気を多く使用されており、生産工程における省エネルギーを検討されていたことから本機の導入に至りました。

導入された箇所は食品保温工程であり、既存システムは、温水タンクに蒸気を導入し、循環ポンプにてジャケット釜に約80℃の温水を供給していました。このシステムは残したまま、ジャケット釜と温水タンクを繋ぐ配管の途中に配管を接続し、ヒートポンプ(供給ユニットと熱源ユニット)1セットを工場建屋内に設置しました(第1図)。



第1図 ヒートポンプ導入工程

### 4 導入効果

第2表に実測したデータを基に(株)明治東海工場さまでのヒートポンプ導入前後の年間の一次エネルギー消費量、CO<sub>2</sub>排出量、エネルギーコストを推定した結果を示します。既存の蒸気ボイラシステムは、蒸気配管の末端に別の蒸気使用先があり、ヒートポンプを導入しても既設の蒸気配管からの放熱ロスやドレンロスの削減には至りませんでした。このため、一次エネルギー量の削減効果は8%程度に留まっていますが、CO<sub>2</sub>排出量および年間コストは、大幅に低減されることがわかりました。なお、本機は熱源ユニットより冷風が供給されるため、現場作業員にスポットクーラー(冷房能力約10kW)として利用されており、作業環境改善および工場内空調の補助としての役割を果たす副次的な効果もありました。

第2表 導入効果

	蒸気システム	ヒートポンプシステム	削減効果(%)
一次エネルギー消費量(GJ/年)	222	205	8
CO <sub>2</sub> 排出量(kgCO <sub>2</sub> /年)	12,025	7,846	35
エネルギーコスト(千円/年)	407	219	46

## 「あたためる」高機能電気ボイラー

### 1 開発の背景・目的

電気ボイラーは、低騒音で排煙が出ず、燃料配管や煙突も不要であることから、設置場所を選ばないため、手軽な設置が可能です。しかし、既存品の電気ボイラーは、40年前の設計であり、設置スペースが大きいなど使い勝手が悪いという課題がありました。

そこで、従来より省スペースで、設置性およびメンテナンス性に優れ、常にクリーンな蒸気を製造できる高機能の電気式の蒸気ボイラーを、三浦工業(株)と共同で開発することとしました。

### 2 開発品の概要

電気ボイラーは、電熱ヒーターで水を加熱して蒸発させ、蒸気を製造する装置です(第1図・第1表・第2図)。

#### (1) 省スペース

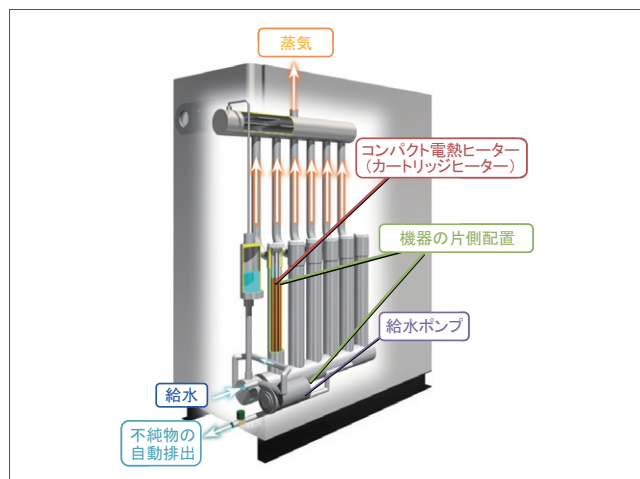
コンパクトで発熱量の大きい電熱ヒーターを採用し、ヒーター本数を減らして、ボイラーの外形寸法を小さくし、設置スペースを従来品に対して約3割削減しました。また、従来の電気ボイラーでは、筐体の両側を開けないとメンテナンスができませんでしたが、片側からのメンテナンスを可能としました。



第1図 開発品の外観

第1表 開発品の仕様

ボイラー種類	簡易ボイラー
最高使用圧力	0.69MPa
相当蒸発量	149kg/h
設備電力	96.25kW
外形寸法	W600mm × D1300mm × H1785mm



第2図 開発品の内部構造

### (2) クリーンな蒸気

ボイラーの給水に含まれるシリカ等の不純物は、ボイラーの内部に付着して加熱性能を低下させたり、蒸気と共に運ばれて工業製品に障害を与えるなどの不具合の原因となります。これらの不純物は、給水の一部と共にボイラー下部より排出する必要があります。従来の電気ボイラーでは手動でこの排出操作を行っていたため、操作忘れをしてしまい、知らない間に不具合が発生してしまうことがありました。開発品では、定期的に自動排出する機構を設け、常にクリーンな蒸気を供給できるようになりました。

### 3 導入事例紹介

平成21年に発売以来、約100台もの販売実績があります(第2表)。工場や病院を中心に様々なお客さまで導入されており、その有用性が証明されています。

### 4 導入効果

開発品で発生した蒸気は、工場やビルの加熱工程や空調等で利用できますが、特に次のような場合に有用です。

- 設置スペースが狭い場合…煙突が不要なため、天井の低い部屋にも手軽に設置できます。
- 燃料供給ができない場合…燃料供給が制限されているビルや工場に最適です。
- 大規模工場での末端設置…大規模工場では、ボイラーから生産ラインまでの距離が数百mに及ぶ場合があります。ボイラー室から離れた生産ラインの近くに、電気ボイラーを設置すれば、数百mの蒸気配管を削減できるため、蒸気配管からの放熱ロスを削減でき、省エネやメンテナンスの省力化が可能となります。
- 住宅の近く…燃焼設備を持たないため、きわめて静かで、夜間や早朝の運転が可能です。
- ボイラーの移設が頻繁な場合…モデルチェンジが早い製品の工場などで、生産ラインの頻繁なレイアウト変更に伴う場合に、ボイラーの手軽な移設が可能です。

第2表 導入実績

	用途	台数
産業用	輸送機械	8
	精密機械	11
	印刷	10
	金属・材料	9
	食品	6
	電機	4
	化学	3
	製紙	2
業務用	その他	4
	病院	17
	給食	8
	ビル	7
	大学等	4
	温泉施設	3
合計		96

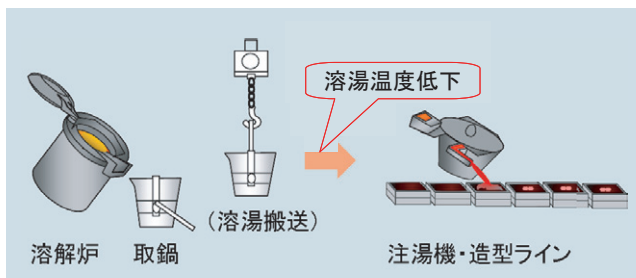
## 「とかす」アーク式取鍋予熱装置

### 1 開発の背景と目的

鑄造工場では、鑄鉄を溶かす溶解炉から鑄型を造る造型ラインへ「取鍋(とりべ)」と呼ばれる耐火容器を用いて溶けた鑄鉄(溶湯)を運搬し、鑄型に溶湯を流し込んで鑄物を製造しています(第1図)。

溶湯の温度低下を防ぐため、溶湯を注ぐ前に取鍋内部を予熱する必要があり、通常はガスバーナーが用いられます。ガスバーナーを用いた予熱は排気による熱損失が大きく、膨大なエネルギーを要していたことから、省エネルギー化が求められていました。さらに、排熱によって取鍋周辺の作業エリアまで高温となるため、作業環境の改善も望まれていました。

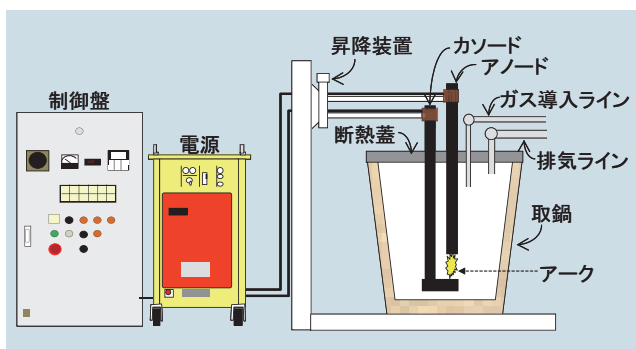
そこで、省エネルギーと作業環境改善を実現するため、平成24年にアーク加熱式取鍋予熱装置をトヨタ自動車(株)、特殊電極(株)と共同で開発しました。



第1図 取鍋を用いた溶湯搬送フロー

### 2 開発システムの概要

開発システムの概略構成を第2図に、仕様を第1表に示します。このシステムは、直流電源、昇降装置、黒鉛電極、断熱蓋、不活性ガス導入ライン、排気ラインで構成されます。アノードおよびカソード間に直流電流を印加し、アークを発生させます。アークの中心部は5000℃以上であり、その輻射熱により取鍋内部の耐火物を予熱します。温度や運転時間等の制御プログラムに基づいて自動的に出力調整や電極昇降を行い、取鍋内部を所定の温度まで加熱します。



第2図 開発システムの構成概略図

第1表 開発装置の仕様

項目	仕様
電源	3相200V/210A
定格出力	61kW
電極	カーボン φ80×1800mm
ユーティリティ	電気、不活性ガス
加熱能力	800℃/h (300kg用取鍋)
制御方法	雰囲気温度のフィードバック(PID)制御

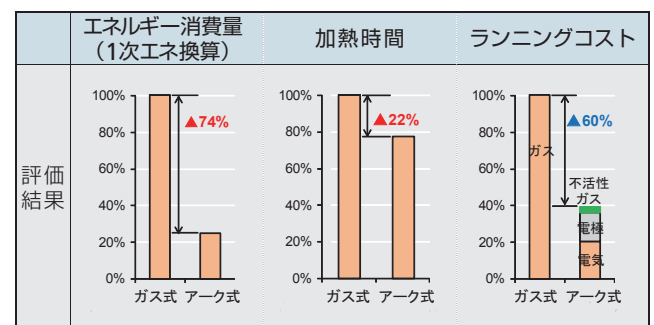
### 3 導入事例紹介

アイシン高丘(株)さまでは、主に自動車用鑄造部品を生産されています。鑄造プロセスにおける省エネルギーやCO<sub>2</sub>削減を検討されていたことから、700kg取鍋でのフィールド試験を経て、最終的に2,200kg取鍋用のアーク式取鍋予熱装置の導入に至りました。

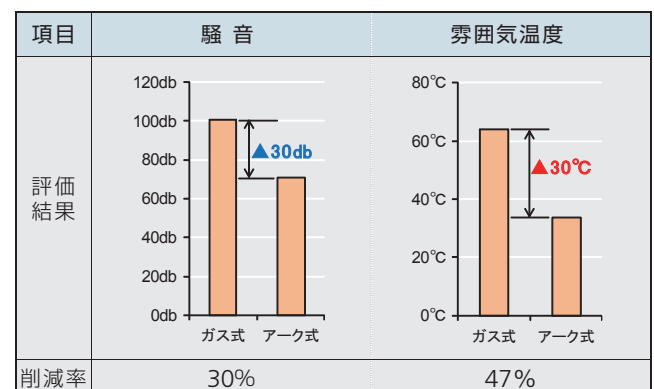
### 4 導入効果

第3図にアイシン高丘(株)さまでのガス式およびアーク式の取鍋予熱装置で加熱した際の一次エネルギー消費量、加熱時間、ランニングコストの算出結果を示します。従来のガス式に対してエネルギー消費量と処理時間がそれぞれ74%、22%低減し、加熱に要するコストが60%削減できる見通しが得られました。

さらに、取鍋予熱の際の騒音および周辺温度を測定した結果、第4図に示す通り、アーク式ではガス式に対して騒音が30dB、雰囲気温度が30℃低減し、作業環境の改善が図られることも確認できています。



第3図 取鍋予熱特性の比較



第4図 作業環境特性の比較