

# ものづくり産業現場での「お役立ち」の取り組み

生産プロセスの省エネ・生産性向上につながる技術開発

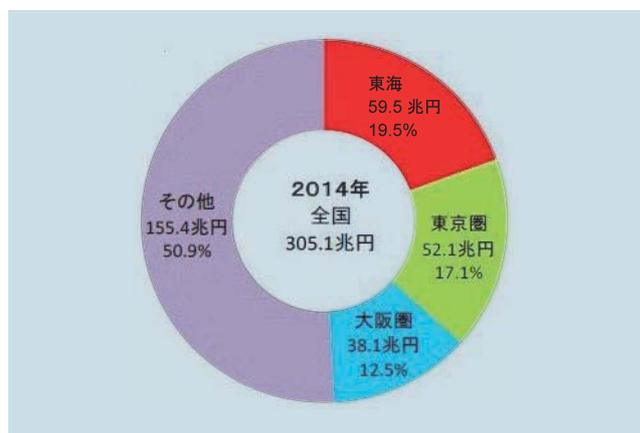
中部電力は、良質なエネルギーサービスを安全・安価で安定的にお届けする使命を果たすとともに、事業領域の拡大に積極的に取り組み、お客さまに選ばれる存在であり続けることを目指すため、より一層ご満足いただけるよう期待を超える魅力的なサービスの提供に取り組んでいます。

当社の経営基盤である中部地域は、ものづくり産業が盛んで、製造業の動向を示す製造品出荷額の全国に占める東海三県のシェア(第1図参照)は、東京圏、大阪圏を上回っており、また、当社の販売電力量全体に占める産業用電力の割合は5割強であり、全国平均の4割より高くなっています。

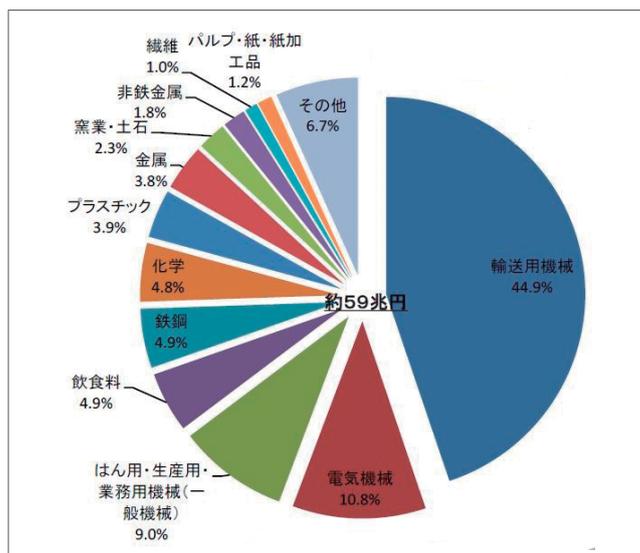
これまで、この重要な地域に対し、電力安定供給は勿論、自動車・電機・鉄鋼・食品など製造業(第2図参照)における「エネルギーの効率的利用」を目的としたお役立ちができるよう、生産工程の電化技術開発および知見の集積に努め、加熱機器開発などの需要造成技術、ヒートポンプ利用による省エネ技術の開発に取り組んできました。

最近では、モノづくりのお客さまのニーズが高度化、多様化する中、お客さまの生産プロセスに深く踏み込み、お客さまと一体となって生産ラインを作り込むことで最適なエネルギー利用を提案する「開発一体型ソリューション」の展開を進めています。環境問題の対応でも、廃棄物の減量化など環境保全技術の開発にも取り組んでいます。それらの研究成果を次頁で3件紹介します。

さらに今後は、今年4月のガス小売り全面自由化を機に、「ガス&パワー」の領域も拡大してトータルエネルギーソリューションサービスを積極的に推し進め、ビジネス全般に貢献していきます。



第1図 製造品出荷額【地域別】  
(H26年工業統計調査)



第2図 東海地域の製造品出荷額【産業別】  
(H26年工業統計調査)

第1表 過去50年間における産業・業務電化研究の変遷 一例

	S40 ~ S49	S50 ~ S59	S60 ~ H6	H7 ~ H16	H17 ~ H28
需要造成技術	● 美濃紙乾燥機の電化 (S42)	● 廃棄魚類処理機の開発 (S55)	● 味噌発酵熟成へのヒートポンプ適用 (S61)	● 遠赤外線加熱による繊維強化熱可塑性樹脂の再加熱炉の開発 (H7)	● 高機能電気ボイラの開発 (H21)
省エネ技術	● 節電対策の実証 (S49)	● 温室栽培における簡易環境制御方式の研究 (S52)	● 急速暖房ヒートポンプエアコンの開発 (S61)	● 高効率空冷ヒートポンプチラーユニットの開発 (H16)	● 鋳造工場向けエネルギー利用効率化システムの開発 (H26)
環境保全技術				● 排熱回収型汚泥乾燥システムの開発 (H16)	● 液体ハロン等破壊処理の評価 (H18)

# 電気とガスを組み合わせたハイブリッド式過熱水蒸気発生器

## 1 開発の背景と目的

過熱水蒸気とは、沸点を超えた高温の水蒸気のことであり、工業用途では200℃～400℃程度の温度で使用される。この過熱水蒸気は、加熱調理時に無酸素状態で食品のうま味を閉じ込め、風味を向上させる効果や、金属・非金属（樹脂・セラミック等）を短時間で加熱できるといった特長があり、工場のオープンや加熱装置等で利用が広がっている。過熱水蒸気を発生させる方法は電気式とガス燃焼式があり、電気式の場合は精密な温度制御が可能であるが、消費電力が大きいと電気契約容量、すなわち基本料金や受電設備費用を押し上げるという課題があった。一方で、ガス燃焼式の場合は、ランニングコストは小さくなるが、温度制御性が課題となっていた。

そこで、工場の生産ラインの加熱や乾燥等に用いられる、電気とガス双方の特長を活かしたハイブリッド式の過熱水蒸気発生器を当社・東京ガス株式会社・直本工業株式会社の3社が共同で開発した。

## 2 開発品の概要

開発品の外観を第1図に示す。コンパクトなガスユニットと電気とガスの負荷分担を最適制御するシステムを開発し、従来は困難であった消費電力の抑制と精密な温度制御の両立を実現した。消費電力を抑えつつ、設定温度（最高温度400℃）に対し±5℃の高精度の温度制御を可能とした。

本開発品の独創性は、異なる形態のエネルギー（電気とガス）を組み合わせるといった新しい発想によって、省エネ性を向上させた点にある。なお、本共同開発は、工場での付加価値の高いものづくりや低コスト化に貢献するために、工場向けの機器の開発を、電力会社とガス会社が初めて共同で手がけたものである。

## 3 導入事例紹介

### (1) 適用先

開発品は、「ハイブリッドSHS」の商品名で、直本工業株式会社より平成27年11月に発売された。

過熱水蒸気による加熱には、熱風よりもはるかに伝熱速度が早く、無酸素での加熱ができるという特長がある。第2図に示すような食品を加熱調理する工場では、食品の風味が格段に向上できる。また、機械工場での金属の加熱では、第3図に示すような複雑形状の金属部品の加熱時間を大幅に削減できる。加熱時間を従来の熱風式の4時間から3分に短縮できた事例もある。このように、食品工場や自動車工場等のお客さまの競争力向上に貢献できる。

### (2) 導入事例

平成28年11月末現在で、全国の食品工場において10台が稼働している。これらの食品工場生産された弁当や惣菜は、大手コンビニチェーン等を通じて消費者で食されている。競争の激しい食品業界において、付加価値の大きい食品づくりに役立てられている。

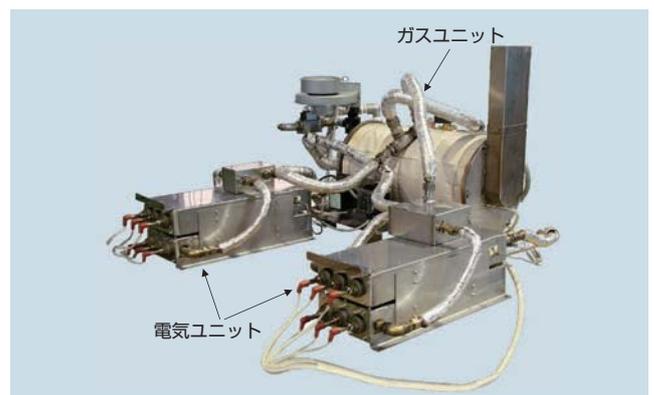
## 4 導入効果

### (1) 省エネ効果

一次エネルギー消費量およびCO<sub>2</sub>排出量は、従来より35%および36%削減できた。本開発品は、工場のお客さまにおいて、省エネ性の向上に貢献できる。

### (2) 総合エネルギーサービス

本開発品は、電力販売とガス販売に活用でき、当社の総合エネルギーサービスに寄与できる。



第1図 開発品の外観



第2図 過熱水蒸気で加熱調理した鶏と魚



第3図 複雑形状の金属部品



執筆者／長 伸朗



執筆者／三摩達雄

# 待機時からの立ち上がりが早い最新型の電気ボイラー

## 1 開発の背景と目的

電気ボイラーは、燃料配管が不要で騒音が小さく、排煙が出ないことから、ビル内や住宅隣接地など、設置場所を選ばないというメリットがある。

一方で、従来の電気ボイラーでは、起動から蒸気が得られるまでに数秒から10秒程度の時間を要し、起動時の蒸気発生後に、圧力や流量がすぐに低下するという課題があった。

そこで、待機時からの立ち上がりが早く、瞬時に安定した蒸気を供給できる瞬時起動対応小型電気ボイラーを直本工業株式会社と共同で開発した。瞬時に安定した蒸気を送る電気ボイラーの開発は、本開発品が初めてである。

## 2 開発品の概要

### (1) 構造

電気ボイラーは、電気ヒーターで給水を加熱して蒸発させ、蒸気を製造する。開発品の外観および仕様を、第1図および第1表に示す。



第1図 開発品の外観

第1表 開発品の仕様

項目	仕様
ボイラー種類	簡易ボイラー（貫流ボイラー）
最高使用圧力	0.5MPa
換算蒸発量	50kg/h
電気ヒーター容量	33.3 kW
使用電源	AC200V 三相
設備電力	33.3 kW
外形寸法	幅865×奥行1010×高さ2130mm
重量	130 kg



第2図 開発品の内部構造

開発品の内部構造を第2図に示す。開発品のボイラーにはタンクが連結しており、タンクには一定量の蒸気を常時貯留する構造となっている。ボイラー内の蒸気が不足している場合でも、この貯留された蒸気を放出することで、瞬時に蒸気を供給することができる。

従来の電気ボイラーでは、待機時からボイラーを起動して蒸気が発生しても、蒸気の圧力や流量がすぐに低下し、必要な熱量が得られないことがあった。本開発品では、蒸気貯留タンクの構造と寸法を最適化することにより、最小限の容積で十分な量の蒸気を貯留できるため、安定した圧力と流量の蒸気を供給することができる。

### (2) 機能

本開発品には、以下の機能がある。

#### ◆瞬時起動

内蔵されたタンクに常時蒸気を貯留しておくため、待機時の立ち上がり時間が、従来ボイラーの数秒～10秒程度から1秒以内になった。

#### ◆安定した蒸気の供給

従来の電気ボイラーでは起動直後の蒸気が不安定で必要な熱量が得られないことがあったが、開発品は、ボイラー内に常時蒸気を貯留しておくため、安定した熱量を得ることが可能となった。

## 3 導入事例紹介

### (1) 適用先

開発品は、「ワンショットボイラー」の商品名で、直本工業株式会社より平成28年11月に発売された。

開発品で発生した蒸気は、あらゆる業種の工場の加熱工程やビルや空調設備等で利用できるが、なかでも次のような場合に適している。

#### ◆大規模工場での分散設置

第3図に示すように、敷地が数kmに及ぶ大規模工場では、ボイラーから生産ラインまでの蒸気配管の距離が

数百mに及ぶ場合がある。この数百mの蒸気配管からの放熱や蒸気漏れによる熱ロス、ボイラーの消費エネルギー量の数割に及ぶ(詳細は技術開発ニュース第149号を参照)。そこで、第4図に示すように、ボイラー室から離れた生産ラインの近くに開発品を設置すれば、数百mの蒸気配管を削減できるため、蒸気配管からの熱ロスを削減でき省エネが可能となる。さらに、蒸気配管の削減により、配管補修コストの削減やメンテナンス作業の省力化もできる。

#### ◆設備の起動・停止が頻繁な場合

クリーニング工場の蒸気アイロンや、蒸気を直接製品に吹き付けて加熱処理する工程では、作業者がボタンを押すと、すぐに蒸気を放出させる必要がある。従来の電気ボイラーでは、作業者がボタンを押してから蒸気が放出するのに数秒かかり、生産性が悪かった。このような工程でも、開発品では、必要なときに瞬時に蒸気を供給することができる。

#### ◆燃料配管がない場合

燃料供給が制限されている建物内で、使用できる(工場内の遠隔区画や店舗など)。

#### ◆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い、ボイラーの移設が必要な場合でも、移設が面倒な燃料配管と煙突が不要なため、手軽に移設できる。

#### (2) 導入事例

静岡県内の自動車関係工場のお客さまでは、開発品を脱脂槽の近くに設置し稼働している。開発品の設置前は、大型の燃焼式ボイラーから100m以上の蒸気配管を通じて脱脂槽に供給していたが、蒸気配管からの放熱などの熱ロスを削減するために、開発品を設置したものである。

## 4 導入効果

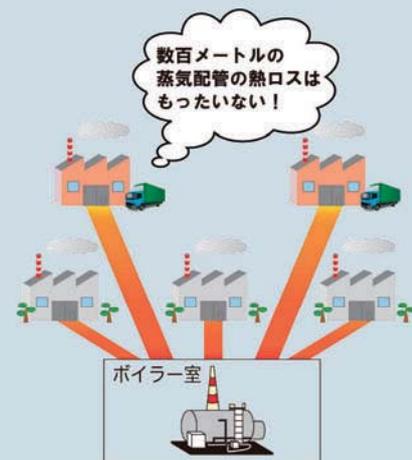
### (1) コスト削減

実際の工場を想定して、第4図に示すような開発品の分散設置にした場合のランニングコストを試算した。第5図のように、ボイラーの集中配置式の燃料代と比べて、開発品を分散設置した場合の電気代は年間280万円のコスト削減が可能となる。なお、本試算では、年間の燃料使用量を17,400kg、集中ボイラー方式の蒸気の熱ロスを60%、電気単価を15円/kWhおよび燃料単価を180円/kgと仮定した。

### (2) CO<sub>2</sub>排出量

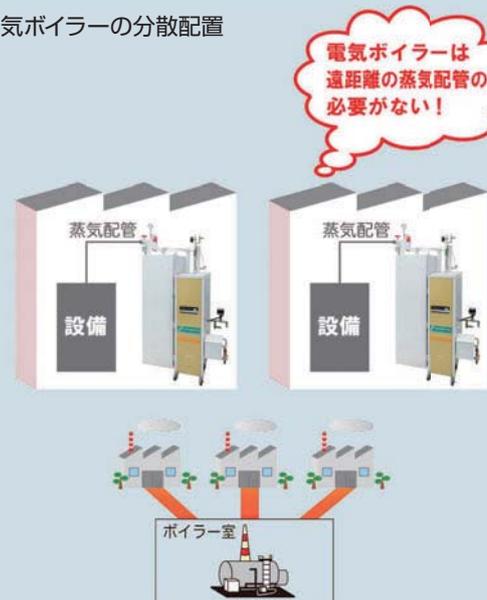
前項と同じ条件で試算した結果、年間7tのCO<sub>2</sub>排出量の削減が可能となる。

#### ●ボイラーの集中配置(従来)

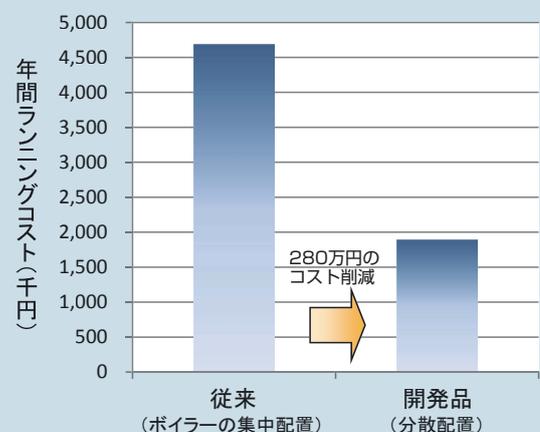


第3図 従来のボイラーの集中配置

#### ●電気ボイラーの分散配置



第4図 電気ボイラーの個別分散設置



第5図 年間ランニングコストの削減(試算例)



執筆者/長 伸朗

# 工場出入口を瞬時に暖める 赤外線ランプヒータ式工場用暖房器

## 1 開発の背景と目的

赤外線ランプヒータは、炭火やガスに比べて遜色ない強い火力を持ち、これまで、米菓用電気式連続焼成機、マルチハイパワーオープン、大量生産用えびせんべい焼成機およびハイパワー金型加熱器に採用されてきた。

今回は、寒い工場の作業場を瞬時に暖房でき、快適な作業空間を創出するため、赤外線ランプヒータによる放射式の暖房器を開発した。これにより、赤外線ランプヒータの瞬時に暖められる特長を活かして、これまでにない理想的な工場用暖房器をメトロ電気工業㈱と共同で開発した。

### (1) 背景

お客さまから、工場の暖房について、多くのお困りごとを頂戴した。その声の一部を紹介する。

- ・ 工場出入口は、部品の搬出搬入のため、フォークリフトが出入りする。通過する間、出入口が開いたままになるため、屋内の作業員から寒いという声があり、蒸気熱源の温風式の暖房器を設置している。しかし、この暖房器は常時待機運転する必要があるため熱効率が悪く、改善したいものの代替手段がない。
- ・ 自動車などの整備工場では、冬でもシャッターを開けたまま作業している。精密なエンジン回りでは部品を落とせないため、防寒用の手袋は使用できない。このため、良い暖房器が欲しい。

このように、外気が入り込む工場は、空調による室温を高くする暖房は不可能なため、改善して欲しいという要望があった。

### (2) 目的

一般的な工場は、鉄骨平屋造りの広い空間の中で、生産を行っている。このため、空調の効きは悪く、特に冬場の暖房は十分な効果が得られないのが実状である。

従来の暖房は、熱風を循環させる方式であったが、天井の高い工場では、暖気が天井付近に集まるため、作業している床付近を暖房することは大変困難であった。

シーズヒータによる電気ストーブを使用するという方法もあるが、少し離れると暖房効果がなく、近づくと暑すぎるという欠点があった。また、ガスや灯油の熱風発生器による暖房は、換気も併用する必要があり、快適な暖房とは程遠いものであった。

開発品は、そのような寒い工場の作業場の必要な箇所を必要な時に直接暖房し、快適な作業環境を提供することを目的とした。

## 2 開発品の概要

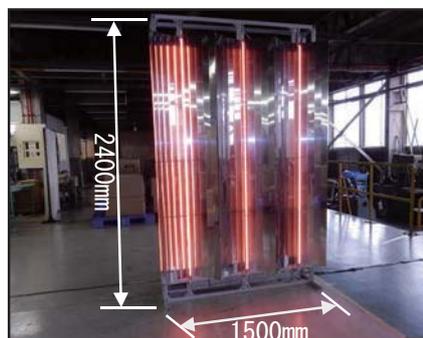
### (1) 試作品による検証評価

工場の高さ5mの天井に設置しても快適な暖房が可能な工場用暖房器を設計・試作した。

第1図にその試作品の外観を、第1表にその仕様を示す。この試作品は、赤外線ランプヒータを3連続しており、それぞれの背面に10面に折り曲げた反射板を配置している。この反射板は、背面に放射された赤外線を反射させて数m離れた作業員に赤外線を集め、暖房効果が高める役割がある。

試作品の暖房効果を評価するため、天井高さ5mの工場出入口に暖房器を設置することを想定し、開発品から2~10mの箇所の体感温度を測定した。体感温度と室温の差( $\Delta T$ )の測定結果を第2図に示す。一般に、冬場の室温10°Cの環境で $\Delta T$ が10°Cであれば、作業員は冬用室内着で快適で温かいと感じる。

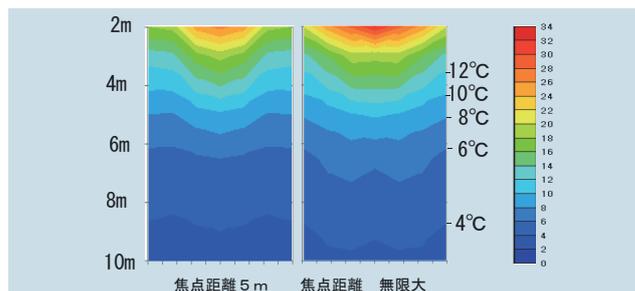
その結果、 $\Delta T$ が10°Cとなるのは、開発品から5mの床面であり、十分な暖房効果が得られることが分かった。



第1図 試作品の外観

第1表 試作品の仕様

赤外線ランプヒータの発熱体	カーボン
発熱体温度	1100°C
ヒータ発熱長	1900mm
定格電圧	390V
消費電力	5850W
全長	2030mm
寸法(3台連結)	2400×1500mm



第2図 反射板の焦点距離の違いによる暖房効果  
(体感温度と室温の差の測定結果 $\Delta T$ )

また、赤外線ランプヒータと反射板の位置関係を変えることで、赤外線の集中度合を変える試験を実施した。その結果、赤外線の焦点を開発品から5mにした場合に比べ、無限大の方が高い暖房効果が得られた。つまり、赤外線を干渉させないで広がりを持たせた方が、高い暖房効果が得られることが分かった。

## (2) 開発品の仕様

試作品の評価を踏まえ、「赤外線ランプヒータ式工場用暖房器」を製品化した。本開発品は、工場の天井または壁に設置するものである。第3図にその外観を、第2表にその主な仕様を示す。

## (3) 効果

開発品は、熱源に高純度の炭素繊維で成形した純炭ヒータを採用したことにより、体が温まりやすい赤外線を多く放射するため、冬場でも作業しやすい暖かい作業空間を創出できる。

また、放射による理想的な暖房方式であり、立ち上がりが3秒と早く、必要に応じて照射することができるため、省エネルギーな運用ができる。



第3図 開発品の外観

第2表 開発品の仕様

定格電圧	AC200V		
消費電力 (kW)	2.5	5.0	7.5
発光長 (mm)	752	1640	2528
寸法 (mm)	W912×D400 ×H654	W1800× D400×H654	W2688× D400×H654
重量 (kg)	30	50	65

## 3 導入分野紹介

開発品は、次の特長を持っており、第3表に示す適用分野への導入が期待されている。

### [赤外線ランプヒータ式工場用暖房器の特長]

#### 1. スピーディな立ち上がり

瞬時に点灯し、3秒でフルパワーとなるため、暖気運転の必要がない。

#### 2. 効果的な全体・部分暖房

作業員が快適で暖かいと感じる体感温度と室温の差 ( $\Delta T = 10^{\circ}\text{C}$ ) を確保できる。

#### 3. 作業を妨げない自然な暖かさ

純炭ヒータを採用したことにより、開発品は体が温まりやすい赤外線を放射する。このため、自然な暖かさの中で作業ができる。

## 4. 人にやさしいクリーン暖房

放射による暖房であり、陽だまりのような快適な空間を提供するとともに、ホコリが溜まりにくいクリーンな暖房ができる。

熱風を循環させる方式でないため、過乾燥を防ぎ、快適な作業環境を提供できる。

## 4 導入効果

### (1) 導入効果

#### ① 優れた暖房効果

開発品は、赤外線ランプヒータを採用したことにより、立ち上がり時間が速いため、待機運転の必要がなく、必要な時に必要な箇所を瞬時に暖房できるので、省エネルギーな運用が期待できる。

出入口が開いたままになり屋内の作業員が寒い思いをしている工場や、冬でもシャッターを開けたまま作業している工場において、快適な暖房を提供できる。

#### ② 経済性

従来の蒸気熱源の温風式と開発品の経済性を比較した結果を第4表に示す。

開発品は、待機運転がないため、冬期4か月、1日8時間点灯した場合、従来の温風式に比べ年間費用で25%、ランニングコストで15%となる。

### (2) 今後の適用拡大

今回の開発品は、設置場所が人から5mの位置を想定して開発した。しかし、天井高さ30m級や寒冷地の工場での要望があるため、今後も性能向上を図りたい。

また、ヒータ設置個所・照射位置・投入電力量などの間の相関関係を明らかにすれば、工場全体を炬燵のように暖める効果が期待できるため、あらゆる工場に応用できると予想できる。

この優れた暖房器をお客さまの様々なご要望に応えていくことで、より使いやすい仕様に改善し、工場用暖房器の定番商品に育てていきたい。

第3表 導入効果が高い分野

屋内	工場出入口の開口部付近 高天井の工場
半屋外	自動車整備場 防寒手袋では作業できない作業 物流搬入搬出場 (トラックヤード)
屋外	ゴルフ練習場 屋外スポーツ待合場 工事現場

第4表 経済性

	従来の温風式 <sup>*1</sup>	開発品 <sup>*2</sup>
イニシャルコスト	1,000万円/式	500万円/式
20年償却として	500千円/年	250千円/年
ランニングコスト <sup>*3</sup>	1,400千円/年	220千円/年
年間費用	1,900千円/年	470千円/年

※1 エアカーテンユニット (蒸気消費量 110kg/h) を2台設置した場合。

※2 赤外線ランプヒータ式工場用暖房器 (1,800W) を9台設置した場合。

※3 冬期4か月間、温風方式はお客さまの実績値、本方式は8時間/日点灯。



執筆者 / 河村和彦