



ハイパワー熱源で 省エネとCO₂削減を実現する

～ローテクがもたらす新たなイノベーション～

メトロ電気工業株式会社

はじめに

近年、気候変動や格差拡大といった地球規模の問題に対する危機感から、持続可能(サステナブル)な社会の形成を模索する動きが世界全体で広がっている。

こうした動きに対し、より多くの企業がこれからの一步を考え踏み出すために、本シリーズでは本業を通じてサステナブルな社会の実現に向け挑戦する先行企業を取り上げる。

第11回は、愛知県安城市に本社を置くメトロ電気工業株式会社(以下、メトロ電気工業)を紹介する。同社は省エネに優れCO₂削減にも寄与する電気ヒーター「オレンジヒート[®]」を開発した。「光り輝くローテク」はどのようにして光り輝く未来に一步を踏み出したのか。その軌跡をたどった。

エジソンのDNAを継ぐ 特殊電球メーカー

電源スイッチを入れると、石英ガラス管に包まれたカーボンフィラメントが暖かな橙色に輝き、わずか数秒で約2000℃の超高温に達する。

この高出力・高効率の赤外線カーボンランプヒーター「オレンジヒート[®]」は、電気は産業用加熱に向かないという通説を覆した。オレンジヒート[®]はガスと同程度のパワーを有するとともに、熱効率が高く、加熱時間の大幅な短縮やエネルギー使用量の削減につながる。省エネやCO₂削減が求められるなか、オレンジヒート[®]は、ものづくりや食品加工、暖房や調理など様々な分野

から熱視線が注がれている。

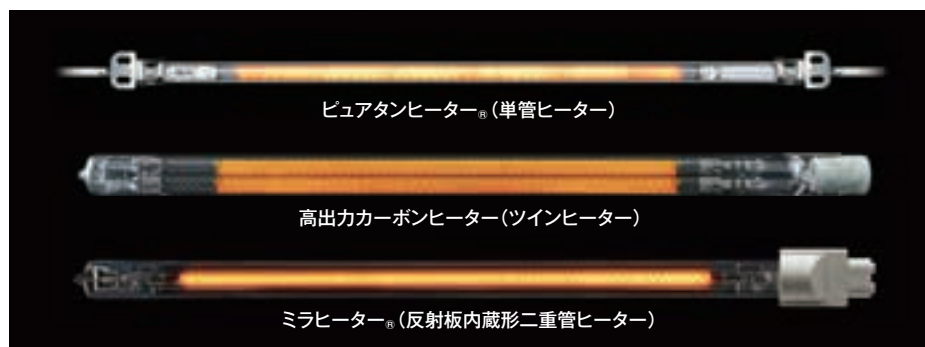
この画期的な熱源を開発したのが、安城市にあるメトロ電気工業だ。1913年、発明王トーマス・エジソンが設立したゼネラル・エレクトリックから技術者を招き創業。白熱電球の製造販売からスタートした。その後、光源ではなく熱源としての電球(ランプヒーター)に注目し、1963年にこたつに使われる暖房用赤外線電球の製造を開始。現在はこたつ用ヒーターユニットにおいて国内80%超という圧倒的シェアを誇る。

主力製品を失う危機 ～ハイパワー熱源開発への挑戦

そんな同社がなぜオレンジヒート[®]の開発に至ったのか。

はじめは今から20年以上前にさかのぼる。2000年を過ぎるころ、こたつ市場はじわりと縮小していった。そこで同社は当時人気が高まっていたハロゲンヒーター用のランプヒーターの製造を開始。1年目にして年間約180万本を出荷する看板製品となった。ところが、海外で製造された粗悪品が市場に出回るようになると、接続不良等による火災事故が多発する。ハロゲンヒーターは危ないという風評が立ち、出荷量は2年目に10万本を下回り、3年目にはほぼゼロになってしまう。

主力製品を突如失うという一大事を前に、川合誠治社長はある決意を固める。「ハロゲンヒーターは危険だというイメージができてしまった以上、この



ビュアタンヒーター[®](単管ヒーター)

高出力カーボンヒーター[®](ツインヒーター)

ミラヒーター[®](反射板内蔵形二重管ヒーター)

オレンジヒート[®]のヒーター管(3種類)

千数百度までの高温設計ができ、色温度は備長炭とほぼ同じオレンジ色である。温度レスポンスに優れ、迅速できめ細やかな温度制御も可能。高純度石英ガラス管を使用しており、点灯中に水をかけても破損しないほか、不活性ガスを封入しているため酸化せず長寿命。

先どう改良しても失った市場を取り戻すのは難しい。ならば、弊社の強みを最大限に発揮して、新しいランプヒーターを作ろう」。メトロ電気工業の強みは、長年にわたって磨き続けてきた管球製造技術。その強みを熱源として活かし、他社に負けないような製品を作りたい。同社の挑戦が始まった。

高性能な熱源となり得る電球（ランプヒーター）を作る。そのために重要となるのがフィラメントだ。フィラメントとは、電気を流すことで光と熱を発する部位のこと。一般にタングステンが使われるが、熱を放射する効果が低く耐熱性も高くないため、ランプヒーターにはあまり向かない。同社はフィラメントに適した素材を求めて試行錯誤を重ね、最終的に炭素（カーボン）にたどり着く。エジソンの白熱電球のフィラメントにも使われた素材だ。タングステンの放射率が30%なのに対し、カーボンは90%。融点もタングステンを上回るため、耐熱性も申し分がない。こうして2005年、同社は電気ストーブ用の赤外線カーボンランプヒーターを開発した。

産業用途への挑戦 ～最大のハードルは「抵抗値」

その後、川合社長は赤外線カーボンランプヒーターを産業用の電熱器としても使えないかと考えるようになる。

高温の加熱工程ではガスを使うのが一般的だが、加熱に時間がかかったり、温度の制御が難しく温度ムラが生じるといった課題もある。電気による加熱もできないわけではないが、ガスに比べると温度が低くなってしまふ。

もしも電熱で高温出力や温度制御が可能になれば、産業用における

ニーズを取り込むことができる。こうして同社は産業用途への進出へ向け、赤外線カーボンランプヒーターの改良に着手する。

最大の難関はやはりフィラメントだった。赤外線カーボンランプヒーターを産業用に使うためには、「高電圧に対応できる」「ランプヒーター内の温度を均一にする」等の課題をクリアする必要がある。鍵を握るのが、フィラメントの抵抗値（電気の流れにくさ）のコントロールだ。

フィラメントの抵抗値は素材や形状によって決まる。そこで同社はちょうどよいカーボンを求めて、様々なカーボン製品を取り寄せては試作を繰り返した。最終的にたどり着いたのが、高温の炉の内部に貼るカーボンシートの薄板だ。しかし、高電圧に耐える抵抗値にするには、板をさらに薄くする必要がある。川合社長はカーボンシートメーカーに何度も足を運び、薄いカーボンシートの製造を進めていった。

その一方で、川合社長はカーボンシートの形状によって抵抗値を調整できないかと考えていた。形状により抵抗値を自由に変えられるようになれば、フィラメントの設計自由度も格段に広がる。つまり、同じ材料から電圧や消費電力などが異なるフィラメントを小ロットで作れるようになる。

だが、有効な形状がなかなか見つからず、川合社長は頭を悩ませた。「会社でも家でも、気が付けばそのことばかり考えていました。来る日も来る日も考え続けて、ある朝、布団の中で目が覚めた時にひらめいたんです」。細長く切ったカーボンシートの左右からスリット（切り込み）を入れる。このスリットの間隔や長さにより電気の通り道を変



えることで、抵抗値を自在に調整できるのではないかと考えたのだ。

ただ、スリットの位置や長さが少し違うだけで抵抗値が変わってしまうため、カットには非常に高い精度が要求される。加えてカーボンシートは硬くて切りにくい。同社は円盤状のカッターを使って切断する手法を採用し、半導体部品加工機メーカーの協力を得て、繊細な切断作業が可能なフィラメント加工機一式を取りそろえた。

それからカーボンシートの厚さのばらつきを少なくし抵抗値を安定させるべく、0.01ミリ単位での微調整を繰り返しながら、スリット加工技術を確立していった。また、カーボンシートメーカーとも試行錯誤を重ね、高電圧にも耐えられる薄さのカーボンシートを完成させた。

こうして、赤外線カーボンランプヒーターの産業用途進出への道が開かれたのである。

手探りの営業活動の日々

2006年、メトロ電気工業は赤外線カーボンランプヒーターを産業用として提案することを始める。完成したば

かりのランプヒーターを手に、レストラン向けの厨房器具を扱う問屋や業者を訪ねて回った。しかし、反応は冷やかだった。「電熱では高温は出せない、温度が高くなればガラス管が割れるのではないか」といった声が寄せられました。実際にそのようなことは起こりませんが、我々のランプヒーターが電球のシンプルな原理を応用した『ローテク』であったことも、興味を持ってもらえなかった要因の一つかもしれません」と川合社長は振り返る。

赤外線カーボンランプヒーターの性能やメリットを理解してもらうには、実際に体験してもらうのが一番だ。そう考えた同社は、簡単な加熱器具を作った。その一つがサンマ焼き器だった。「尻尾を上にしてサンマをつるし、両側から加熱します。冷凍サンマはきれいに焼けるのですが、旬のサンマは骨が柔らかくて、しっぽが切れて落ちてしまいました」。

失敗作だった一。

自動車工場の電化プロジェクトに大抜擢

ところがこの失敗作が思わぬチャン

スを誘い込む。同社を訪れていた中部電力の社員の目にとまり、「自動車部品の金型加熱に応用したい」と打診されたのである。中部電力は大手自動車メーカーのスズキから、エネルギー使用量の削減や作業効率の向上のため、鑄造工程における金型の加熱を電気に切り替えたいという依頼を受けていた。そこでメトロ電気工業の赤外線カーボンランプヒーターに白羽の矢が立ったのである。2013年、スズキと中部電力、そしてメトロ電気工業の3社による金型加熱器の開発がスタートした。

メトロ電気工業はランプヒーターの開発および加熱器本体の設計・製造を担うこととなったが、道のりは平坦ではなかった。

「我々は金型の温度ばかり気にしていたのですが、実際は、できあがった自動車部品の品質とか、加熱器の重さとか、持ち運びの取手が熱くならないようにするとか、現場でしか分からないような細かなことに気を配る必要がありました。とにかく3社で地道に対応し続けました」と川合社長は振り返る。こうしてトライアンドエラーをただ

ひたすら繰り返すことおよそ1年。ついに「赤外線ヒーター式 HIGH POWER 金型加熱器」が完成した。

新たに誕生した電熱による金型加熱器は、従来をはるかに上回る省エネルギー効果を発揮した。これまで180分かかっていた加熱時間が50分に大幅短縮され、結果としてエネルギー使用量を58%削減することができた。また、ムラなく加熱でき、温度の自動制御も可能になったことで製品の良品率も向上。金型メンテナンスの頻度も減った。

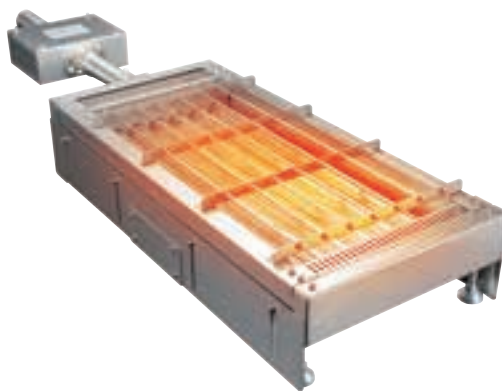
こうした成果が高く評価され、3社は平成27年度省エネ大賞を受賞した。メトロ電気工業は他にも愛知環境賞や気候変動アクション環境大臣表彰など多くの賞を受賞。CO₂削減ニーズの高まりと相まって、自動車関連を中心に加熱工程を電熱に切り替えたいという問い合わせが数多く寄せられるようになった。現在までに大手自動車メーカー数社が同社の加熱器を導入。同社は自動車産業という巨大市場をつかんだのである。

オレンジヒート®、世界へ～民生用途の拡大に向けて

2005年に赤外線カーボンランプヒーターが誕生してから現在に至るまで、同社は加工技術を磨きノウハウを積み重ね、あらゆる仕様の製品に対応できるようになった。幅広い分野の電化ニーズに応えていくなかで、電気七輪や日本酒の醸造に使う赤外線ヒーター式 甕^{かき}といったユニークな製品も生まれている。2017年には赤外線カーボンランプヒーターの製品群を「オレンジヒート®」のブランド名で統一。現在、同社の売上はこたつ用途がま



思わぬチャンスを誘い込んだサンマ焼き器(試作品)



トライアンドエラーを繰り返して完成した「赤外線ヒーター式 HIGH POWER 金型加熱器」

だ大半を占めるものの、オレンジヒート[®]関連も看板製品の1つとして存在感を示しつつある。

同社が見据えるのが、オレンジヒート[®]の民生用途でのさらなる拡大だ。最近では国内家電量販店ヤマダホールディングスのプライベートブランドである暖房器具とオーブントースターに採用された。また、世界的に有名な家電メーカーからも声がかかっており、「オレンジヒート[®]が世界に出る時がきた」と川合社長は期待を寄せる。「オーブントースターのような家電ならば、こたつとは違い世界中に向けてオールシーズンで売ることができます。大手家電メーカーとのコラボが実現するかもしれません。今は量産化に向けてコスト削減と製造キャパの拡大を進めています」と川合社長は話す。

電球への飽くなき探求心

川合社長は電球について、「エジソンの発明から100余年が経ちますが、その基本構造は変わっていません」と話し、「シンプルだけでも意外と

奥が深い」と称する。単純な構造の中に、窯業や真空工学、化学など、様々な業種と専門分野が複雑に絡み合う。同社はこうした電球の世界に魅せられ、創業以来技術を磨き続けてきたのだ。

川合社長は電球の、特に熱源としての用途に大きな可能性を感じているという。「光源としての電球は蛍光灯やLEDなどに代われ、過去のものとなりました。一方、熱源としての電球は研究しつくされておらず、まだまだこれからだと思っています。ローテクでも、追究し続ければイノベーションは生まれます。私たちは自社のコアである管球製造技術を原動力に、これからも挑戦を続けていきます」。そう話す川合社長の瞳は未来をつかむ熱を宿していた。

おわりに

メトロ電気工業は、主力製品を突如失うという窮地に立たされるなか、一念発起し新製品の開発を志した。ただし同社は、ハイテクが歓迎される風潮からあえて背を向け、自社が強

みとするローテク・管球製造技術をとことん突き詰める道を選ぶ。そして同社は地道な努力とひらめきを積み重ね、ハイテクにも劣らない高性能かつ環境負荷低減につながる熱源「オレンジヒート[®]」を誕生させた。さらに同社は、今まで接点すらなかった産業分野にも果敢に踏み込んでいく。当初は電熱やローテクに対する固定観念からなかなか受け入れられなかったが、アプローチの仕方を工夫しながら、確かな実力で信頼を勝ち取っていった。現在、オレンジヒート[®]は高まる省エネやCO₂削減のニーズを受け、様々な分野で活躍を広げている。

現代でも立派に通用する技術を、川合社長は「光り輝くローテク」と呼ぶ。同社の努力とひらめきの集大成であるオレンジヒート[®]。この光り輝くローテクが、さらなる飛躍を目指す同社の未来を、熱く明るく照らしている。

「成功のために何より必要なのは、心身のエネルギーを一つのことにもうまずたゆまず注ぐことである。」

—— トーマス・エジソン

(2022.11.9)

OKB総研 調査部 梅木 風香

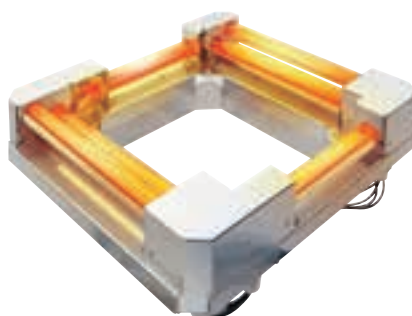
オレンジヒート[®]を使用した加熱器

赤外線ヒーター式 甑



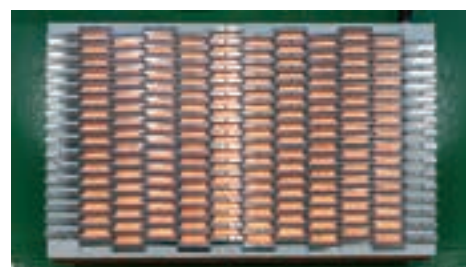
関谷醸造とともに開発したオレンジヒート[®]搭載の甑。省エネかつ小ロットでの蒸米を可能にした。

サブストーク加熱装置



自動車部品の鋳造工程におけるサブストーク(中間貯湯タンク)加熱装置。2020年度省エネ大賞を受賞。

エリアコントロール式
ハイパワー面状加熱システム



任意のエリアに分け、エリアごとに細かい温度調節ができる。