

mitsubishi

Changes for the Better

環境特集 2009
Environment Topics

 三菱電機株式会社

目次

環境特集	1
社長メッセージ	2
環境技術図鑑	4
ルームエアコン「霧ヶ峰ムーブアイ」	5
太陽光発電システム	6
機械室レス・エレベーター「AXIEZ」	7
オゾナイザ	8
EGRバルブ	9
受配電用スイッチギヤ	10
次世代電力用キャパシタ	11
SiCパワーデバイス	12
階調制御型インバータ	13
ポンプレス水冷システム	14
ライフパターンセンサー	15
CO2排出量を減らせ！	16
製品使用時のCO2削減	17
生産時CO2の削減	19
省エネ実践事例 Case1	23
省エネ実践事例 Case2	27
製品と生産の技術革新へ！	36
製品のイノベーション	37
ものづくりのイノベーション	41
エンジニアたちの想い	46
地域と一体で環境貢献に取り組む中津川製作所・飯田工場	49
太陽光発電での挑戦！	52
パワーコンディショナ	53
太陽電池モジュール	55
太陽電池セル	56
電力品質の確保	58
設置範囲の拡大	59
品質の追求	60
生産規模の拡大	61
担当責任者の声	62
お客様の声	63
リビルドと開発で環境対応	64

目次

リビルド事業はリサイクル事業	65
日米連携で最先端のオルタネータを供給	69
米国拠点での廃棄物削減への取り組み	73
<hr/>	
廃プラ再生の超先端！	76
「大規模・高純度プラスチックリサイクル」の実現へ	77
プラスチックの「選別」技術	80
プラスチックの「改質」技術	81
再生プラスチック材料の「製品への利用」	82
<hr/>	
地区連携でゼロエミ！	84
リサイクルシステム誕生ストーリー	85
リサイクル事例	87
今後の展開	91
<hr/>	
環境マインドを育てる！	92
野外教室のめざすもの	93
“手づくり”が生む「好循環」	96
進化の現場レポート	98
山で、海で、公園で 野外教室活動事例	101
自然保護リーダーの声	104

社長メッセージ

かけがえのない地球を未来の人々と共有するために——持続可能な社会づくりに向けた新たな挑戦について、執行役社長 下村節宏が語ります。

製品と生産の技術革新へ！

製品のイノベーション

ものづくりのイノベーション

エンジニアたちの想い

地域と一体で環境貢献に取り組む中津川製作所・飯田工場

廃プラ再生の超先端！

「大規模・高純度プラスチックリサイクル」の実現へ

プラスチックの「選別」技術

プラスチックの「改質」技術

再生プラスチック材料の「製品への利用」

環境技術図鑑

製品編

先端技術編

太陽光発電での挑戦！

発電効率向上のための技術開発

普及のための課題解決

VOICE

事業所連携でゼロエミ！

リサイクルシステム誕生ストーリー

リサイクル事例

今後の展開

CO₂排出量を減らせ！

製品使用時のCO₂削減

生産時CO₂の削減

省エネ実践事例 Case1

省エネ実践事例 Case2

リビルドと開発で環境対応

リビルド事業はリサイクル事業

日米連携で最先端のオルタネータを供給

米国拠点での廃棄物削減への取り組み

環境マインドを育てる！

野外教室のめざすもの

“手づくり”が生む「好循環」

進化の現場レポート

山で、海で、公園で——野外教室活動事例

自然保護リーダーの声

関連情報

製品と生産の技術革新へ！

リビルドと開発で環境対応

アニメで見よう!
METの木

アニメで見よう!
観察日記

グリーン調達

エコプロダクツ 2008

めざせ!1人,1日,1kg
CO₂削減

みんなで止めよう温暖化
チーム・マイナス6%

社長メッセージ



かけがえのない地球を、 未来の人々と共有するために

—新たなる目標へのチャレンジ—

これまでの取り組み

気候変動、資源の枯渇など、地球環境の問題は今や全世界規模で顕在化しています。昨年からの世界的な景気後退によって、我々企業を取り巻く経営環境は非常に厳しいものになっていますが、「環境」への取り組みの重要性・緊急性は不変であり、引き続き真摯に進めなければならないと考えています。

三菱電機グループでは、「持続可能な社会づくりへの貢献」を経営の最重要課題に掲げ、事業活動および製品・サービスにおける環境負荷低減に向けて地道な取り組みを続けてきました。具体的には、1993年から3年ごとに中期計画である「環境計画」を策定してそれを着実に実行し、2006年度から2008年度までの第5次環境計画においては、「生産時のCO₂排出量を売上高原単位で1990年度比65%削減」「廃棄物最終処分率を0.15%に低減」といった成果を達成しました。

新たなる目標へのチャレンジを開始

一方、環境保全は長期にわたる取り組みが不可欠であるとの認識から、2007年10月に三菱電機グループ「環境ビジョン2021」を策定しました。これは「地球温暖化防止」「循環型社会の形成」に向けて、2021年(2020年度)までに生産時CO₂排出総量30%削減などを目標においた、三菱電機グループのめざすべき環境経営の長期的方向性を明確に示したものです。

これを受け、ビジョン策定後の最初の環境計画となる「第6次環境計画」を策定し、すでにこの4月(2009年度)から活動を開始しています。策定にあたっては、「環境ビジョン2021を実現する環境パフォーマンス目標の設定と活動計画」、「環境問題をとりまく社会的変化・要請への対応」、「環境事業の拡大を通じた持続可能な社会づくりへの貢献」、の3点を念頭におきました。第5次環境計画からの強化ポイントとして、「生産時CO₂排出量を売上高原単位管理から総量管理に転換する」「製品使用時のCO₂削減と資源投入量削減に取り組む対象製品を選定し、計画的削減を実施する」など環境ビジョンと整合した環境パフォーマンス目標の設定、グローバル環境経営の拡充-海外各拠点での環境負荷低減活動の一層の強化、環境事業の拡大-温暖化対策事業の強化などを掲げています。いずれも従来の環境計画より高い水準の活動です。次なる成長へのチャンスととらえ、この新たなる目標の達成にチャレンジしてまいります。

環境の大切さを一人ひとりが感じる

環境経営においてもう一つの鍵を握るのは、私たち一人ひとりの意識、すなわち「環境マインド」です。三菱電機グループではこれまで「みつびしでんき野外教室」「里山保全活動」など、さまざまな機会や場を設け自然に触れ、その大切さを学びながら「環境マインド」育成を図ってきました。これらは各人の自発に基づく活動ですが、参加者は年々増えています。

私も富士山麓での森林育成活動に参加していますが、その度に大自然の素晴らしさを実感するとともに、自らが取り組むべき環境経営への意欲を新たにしています。重要なのは「何本木を植えたか」ではなく、自然とのふれあいの中で、参加者一人ひとりが地球環境の素晴らしさ、大切さを深く感じることでありたいと思います。

こうした活動への参加は、様々な発見や“気づき”を参加者にもたらします。たとえば森林育成活動に向かうバスの中で「CO₂を減らすために植林するのなら、このバスが排出するCO₂についても考える必要があるのでは？」といった議論が、自然に生まれています。そうした気づき・発見が、製品開発や現場での改善、お客様への提案といった各自の仕事に活かされていくことが、真の「環境マインドの向上」ではないかと思っています。

環境へ真摯に取り組むことは、4つの視点から重要

企業にとって「環境」へ真摯に取り組むことは、次の4つの視点で重要である、と私は考えています。

1つ目は、地球環境の保全、持続可能な社会形成への参画という直接的な貢献です。

2つ目は、企業の経営基盤の向上となる「体質強化」そのものである、という点です。「少ない資源、少ないエネルギーでの生産」は「生産性の向上」にほかなりません。

3つ目は、よりよい製品・サービス・技術が創出されることです。それは企業の競争力を高め、環境関連事業の拡大による社会貢献を実現します。

そして4つ目は、とりわけ重要だと思うのですが、そこに関わる私たち一人ひとりが、大きな「やりがい」を得られることです。「地球環境保全に貢献している」というこの実感がまた、環境に貢献する製品・技術の創造や、その普及のための熱意を、さらに高めていくのだと思います。

この視点は三菱電機グループのみならず、世界中の人々と共有するものではないかと思っています。私たちはできるだけ視野を広げ、よりよい社会づくりへの貢献に向け切磋琢磨していきたいと考えています。

私には孫がいます。この孫たちの世代は、我々の世代の行いによって、良くも悪くも影響を受けます。孫の顔を見るたびに、私は「かけがえのない地球を、未来の人々と共有している」と感じ、「彼らのためにいま何ができるのか？」と自問します。美しい星「地球」の上で、これからも人類がいつそう幸福に暮らしていける未来を思い描きながら、三菱電機グループは“Changes for the Better”を合い言葉に、一步一步、着実に歩み続けていこうと思います。

執行役社長 下村 節 宏

環境技術図鑑



当社は、省エネのための技術革新を進め、さまざまな省エネ製品を提供することで、2021年には製品使用時のCO₂排出量30%削減をめざしています。ここでは、製品、デバイスの一例をとりあげ、環境技術の特長を動画でわかりやすく紹介します。

製品編

ルームエアコン「霧ヶ峰ムーブアイ」

先端のセンシング技術（ムーブアイFit）や自動おそうじ機能などでムダのない省エネを実現。省エネ状況も光ってみえるエアコンです。

オゾナイザ

殺菌力や浄化力にすぐれたオゾン（O₃）を少ない電力で効率よくつくる装置です。

先端技術編

次世代電力用キャパシタ

コンデンサよりも持続力があり、バッテリーよりも瞬発力があるキャパシタ。モーターの省エネ化や太陽光発電の普及に貢献する新しい蓄電デバイスです。

ポンプレス水冷システム

「電子機器自身の発熱」を駆動力にした、電気を一切使用しない熱交換機です。

太陽光発電システム

高性能なパワーコンディショナと太陽電池モジュールで「たっぷり発電」を実現しています。

EGRバルブ

大気汚染と地球温暖化という、自動車を取り巻く2大環境問題の解決に貢献する製品です。

SiCパワーデバイス

電力損失の削減が限界と言われるSi（シリコン）パワーデバイスに代わり、省エネの切り札として注目される次世代パワーデバイスです。

ライフパターンセンサー

各家電製品が動作している時の電流波形をキャッチしてそれぞれの電力消費量を「見える化」。省エネを応援する新技術です。

機械室レス・エレベーター「AXIEZ」

「機械室レス」で省資源、インバータで省エネ、電気をためて有効利用——進化した環境配慮型エレベーターです。

ドライエア絶縁スイッチギヤ

「絶縁」に乾燥空気を用いることで、温室効果ガス（SF₆）を不要にした受配電装置です。

階調制御型インバータ

電圧の異なる3台のインバータを組み合わせて、電力変換ロスを最小限に——省エネを加速する次世代技術です。

ルームエアコン「霧ヶ峰ムーブアイFit」

3段階でECOレベルを表示

「省エネ効果」は最大65%^{※1}

体感温度と床温度を見て 人の居場所を感知して 人や部屋の状況を認識して

冷房時 約30%^{※2} 省エネ 冷房時 約40%^{※2} 省エネ 暖房時 最大65%^{※2} 省エネ

ECO ECO ECO

※1 ムーブアイON時とOFF時の比較。
※2 冷房時は最大50%省エネ。

Next

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

|| Stop ▶ Play

家庭で使う「エネルギー」の1/4を占めるエアコン。当社は、先端のセンシング技術（ムーブアイFit）を搭載し、これを駆使することで最大65%の省エネを実現しています。床と壁の温度を察知し体感温度をコントロールすることで、冷房なら「高め」、暖房なら「低め」の温度設定でも快適に過ごせるため、我慢しない省エネが可能になりました。また、人の居場所を感知し、行動パターンまで学習する機能を搭載し、省エネ運転をします。省エネ状況が光ってみえるのも特長です。

[製品サイトへ](#)

太陽光発電システム

太陽光発電システムの性能は、太陽電池モジュールとパワーコンディショナの性能が高ければ高いほど、よくなるというわけです。

太陽電池モジュールの性能 × パワーコンディショナの性能 = 太陽光発電システムの性能

三菱電機は出力No.1

三菱電機は電力変換効率No.1

三菱電機ならたっぷり発電

Next

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

|| Stop ▶ Play

太陽光発電システムは、太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換する「太陽電池モジュール」と、発電された電気を家庭で使えるように変換する「パワーコンディショナ」の、大きく2つの機器で構成されています。

太陽光発電システムの性能は、これらの性能によって決まります。当社は、どちらも自社開発しており、太陽電池モジュール(多結晶シリコンタイプの国内量産品モジュール)でトップレベルの出力を、パワーコンディショナで業界最高(2008年6月現在)の変換効率を達成し、たっぷり発電を実現しています。

[環境特集「太陽光発電での挑戦！」へ](#)

[製品サイトへ](#)

機械室レス・エレベーター「AXIEZ (アクシーズ)」

「機械室レス」で省資源

特に、巻上機の薄形化を可能にしたのは「ポキポキモーター」。ユニークな構造で設計の自由度を高めたのです。このモーターは、コイルを高密度に巻くことができるので、電力損失も大幅に低減できます。

ポキポキモーター

コイルを巻く鉄心を関節のように分割したユニークな構造。



The diagram shows a blue motor housing on the left and a cross-sectional view of the motor's internal structure on the right. The internal structure features a segmented iron core with high-density coils wound around it.

Next

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

|| Stop ▶ Play

AXIEZ(アクシーズ)は、エレベーターを動かすために必要な巻上機と制御盤を薄形化・小形化し、それらを収納する「機械室」をなくして省資源を実現しています。また、インバータでモーターの回転速度をきめ細かに制御して電力損失の低減を図り、さらにブレーキをかけた時に発生する電力も有効利用しています。

[製品サイトへ](#)

オゾナイザ

どうやってオゾンをつくっているの？

オゾンをつくるには、さまざまな方法がありますが、三菱電機は、「放電」を利用してオゾンをつくります。

オゾンの発生原理

三菱電機は、この放電方式に独自の改良を加えて、少ない電力でオゾン効率よく発生させる技術を確認。240g/m³(N) という従来の2倍の高濃度なオゾン発生を可能にし、**約30%の省エネルギーを実現しました。**

「オゾナイザ」TOPへ

1 2 3 4 5 6 7 8 9

|| Stop ▶ Play

オゾンは酸素原子3個から構成される、空気中に存在する気体のひとつです。殺菌・脱臭・漂白・浄化に優れていることから、水の浄化や食品の殺菌をはじめ、さまざまな分野で利用されています。当社は「放電」を利用した独自の方法によって、少ない電力でオゾン効率よく発生させる技術を確認しています。

[製品サイトへ](#)

EGRバルブ

エンジンの燃焼温度を適正に保つために
再循環させる排出ガス量をきめ細かく制御します。

電子制御モータを内蔵している
ことで緻密に制御できます。
ここに三菱電機の技術が
活かされています。

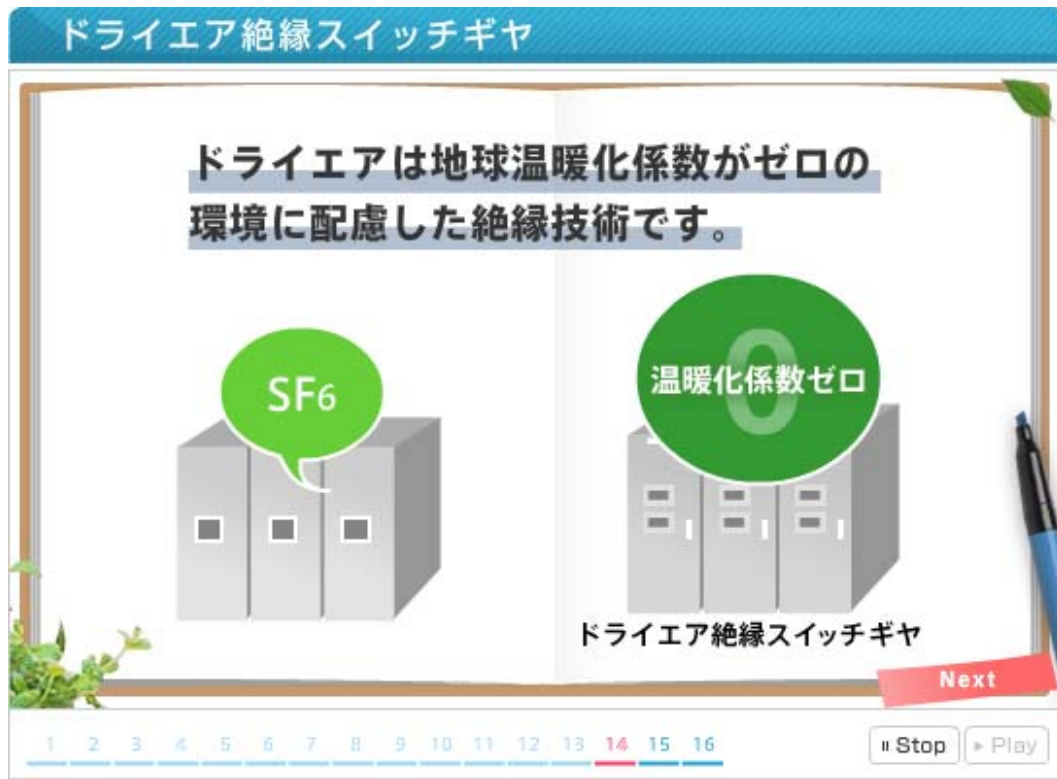
一定走行時には、より多く
加速時には、より少なく

Next

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

|| Stop ▶ Play

ディーゼル車では酸性雨の原因であるNO_x(窒素酸化物)の発生が特に問題となります。NO_xはエンジンの燃焼温度が約1700°Cを超えると急激に発生するため、燃焼温度を下げるために排気ガスの一部をエンジンの燃焼室に戻します。その量を最適に制御するのがEGRバルブです。またガソリン車では、EGRバルブの効果によりピストンが上下するときのエネルギーロス(ポンピングロス)が解消され、燃費低減を助けます。当社は、ディーゼル車、ガソリン車それぞれに最適なEGRバルブを提供し、大気汚染と地球温暖化という、自動車を取り巻く2大環境問題の解決に貢献しています。



スイッチギヤとは、発電所から送られてくる電力を受電し、工場やビルの隅々まで確実に届ける(配電)装置(開閉器)です。漏電などの突発的な事故のさいには、電気を遮断して事故の影響を最小限に抑える役目も担います。電気の通り道の安全を確保するために、スイッチギヤ内部に欠かせないのが絶縁技術。当社は、絶縁媒体として多く使われている温室効果ガスのSF6ガスに代わり、独自の技術で温暖化係数ゼロのドライエア(乾燥空気)による絶縁を可能にしました。

キャパシタ

研究者の声

三菱電機のキャパシタはここがすごい

三菱電機が新開発したキャパシタは、
充放電時間が「たった1秒」と業界最速を達成！



The image shows two capacitors on the left. On the right is a bar chart titled '最速充放電時間(秒)' (Fastest charge/discharge time in seconds). The y-axis ranges from 0 to 25. The '従来品' (Conventional product) bar is at approximately 23 seconds, and the '開発品' (New product) bar is at 1 second. An arrow points from the conventional bar to the new product bar.

製品	最速充放電時間(秒)
従来品	約23
開発品	1

Next

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

|| Stop ▶ Play

キャパシタは、コンデンサよりも持続力があり、バッテリーよりも瞬発力がある、両方の良い面を持つ蓄電デバイスです。当社が新開発したキャパシタは、「1秒」という短時間での充放電を可能にしたほか、耐電圧を高めて蓄電エネルギーを大きくすることを実現しました。モーターのさらなる省エネや太陽光発電の普及にも貢献する新しいデバイスです。

SiCパワーデバイス 研究者の声

三菱電機のSiCインバータはここがすごい

また、インバータモジュールをすべてSiCで構成すると、電力損失による発熱が小さいため、コンパクトにできます。これは省資源にもつながります。

インバータの高パワー密度化 (小型化) を実現

従来インバータ
Siパワーデバイスを適用したインバータ

SiCインバータ
SiCパワーデバイスを適用したインバータ

体積は 1/4

Next

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

|| Stop ▶ Play

現在広く使われているパワーデバイスはSi(シリコン)ですが、電力損失の削減は限界と言われていました。そこで注目されているのが、SiC(シリコンカーバイド)です。SiCは優れた物理的・電気的性能を持つことから、Siをはるかに凌ぐ電力機器の電力変換容量拡大や、変換時ロスの低減が期待できます。当社は、パワー半導体すべてをSiCで構成したパワーモジュールを開発し、3.7kW出力のインバータを設計・試作。従来のSiタイプに比べて電力損失を半分以下に減らすことに成功し、実用化に近づきました。

[研究開発サイトへ](#)

階調制御型インバータ 研究者の声

三菱電機の階調制御型インバータはここがすごい

階調制御型インバータは、電圧が2倍ずつ違う3種類のインバータを直列に接続し、それらの出力を組み合わせると、擬似正弦波を作り出すことができます。

(单相 INV: 单相インバータ)
直流電圧比は2進数or3進数

Next

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

|| Stop ▶ Play

電圧が異なる3台のインバータを組み合わせると、それぞれの出力電圧の和が擬似正弦波となるように工夫したのが「階調制御型インバータ」です。1台のインバータで全電圧帯を制御する場合よりも応答性がよくなるため、電力ロスを低減させることができます。階調制御型インバータを搭載すれば、さまざまな機器のエネルギー効率を向上させることができます。

[研究開発サイトへ](#)

ポンプレス水冷システム 🗣️ 研究者の声

このようにして誕生した「ポンプレス水冷システム」は、
「電子機器自身の発熱」を駆動力にしているから、
ポンプが不要。
だから、**電力使用量はゼロ**で、**壊れる心配がなく**、
メンテナンスフリー。

ポンプが不要 → 電気をつかわない → CO₂排出ゼロ

Next

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

⏸ Stop ▶ Play

電子機器は、電気が流れると内蔵されている部品が発熱し、これを放っておくと、誤動作や故障の原因になることから、あらゆる機器に「冷やす仕組み」が組み込まれています。「ポンプレス水冷システム」は、「電子機器自身の発熱」を駆動力にした「電気を一切使用しない熱交換器」です。

ライフパターンセンサー

家中の家電製品がすべて稼働していても、一つひとつの電流波形を記憶しているから、どの家電機器がどれくらいの時間稼働しているかを判別することができるのです。

各家電機器の電流波形が重なる

(1) 分電盤1ヶ所で計測

(2) 各家電機器固有の電流波形データとの比較により稼働中の機器を個別に検出

エアコン IH 電子レンジ

家電機器ごとに異なる電流波形

家庭内の各家電機器にセンサーを取り付ける必要はありません

Next

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

|| Stop ▶ Play

ライフパターンセンサーは、分電盤に取り付けるだけで家庭の総消費電力量と各家電機器の使用状態を検出するセンサーです。一つひとつの家電機器の電流波形を記憶して、それぞれが動作している時の電流波形をキャッチすることで電力消費量を「見える化」します。たとえ家中の家電製品がすべて稼働していても、どの家電機器がどれくらいの時間稼働しているかの判別が可能。家庭内の電力消費状況が一目でわかるから、ムダに気づいたり、省エネ行動の継続に役立ちます。

CO2排出量を減らせ！



製品使用時のCO2削減

生産時よりもはるかにCO2排出量が多いのが製品使用時。製品のエネルギー効率改善によって2021年に製品使用時のCO2排出量30%削減をめざします。

生産時CO2の削減

生産現場での省エネの工夫と積極的な省エネ設備投資などを通じて、自主行動目標を達成。2008年度からは生産時のCO2排出総量30%削減をめざします。

省エネ実践事例 Case1

自社開発の省エネ支援機器をフルに活用し、徹底した「見える化」で使用エネルギーの原単位管理を実践し成果をあげている福山製作所の事例をご紹介します。

省エネ実践事例 Case2

モノづくりのすべての工程でムリ・ムラ・ムダを省き、生産性を向上することで省エネルギーを実現している冷熱システム製作所の事例をご紹介します。

製品使用時のCO2削減



生産のエネルギー効率改善から、製品のエネルギー効率改善へ

当社は「環境ビジョン2021」で、生産時のCO₂削減だけでなく、製品使用時のCO₂削減を打ち出しました。「生産のエネルギー効率改善を継続しつつ、製品のエネルギー効率改善に注力していく」という考え方を示したものです。これは生産時よりも製品使用時の方が数十倍ものCO₂を排出しているからです。

当社は年間で約47.4万トン(2007年度実績)のCO₂を排出していますが、これを10%削減したとしても4.7万トンであるのに対して、製品使用時のエネルギー効率をわずか1%改善するだけで数十万トンものCO₂削減につながります。

温暖化防止に大きく貢献するために、当社は、省エネのための技術革新を進め、さまざまな省エネ製品を提供することで、2021年には製品使用時のCO₂排出量30%削減をめざします。





環境配慮に向けての努力が
省エネとコスト削減の両立につながる



[【環境報告】第6次環境計画の製品使用時のCO2削減](#)

生産時CO2の削減

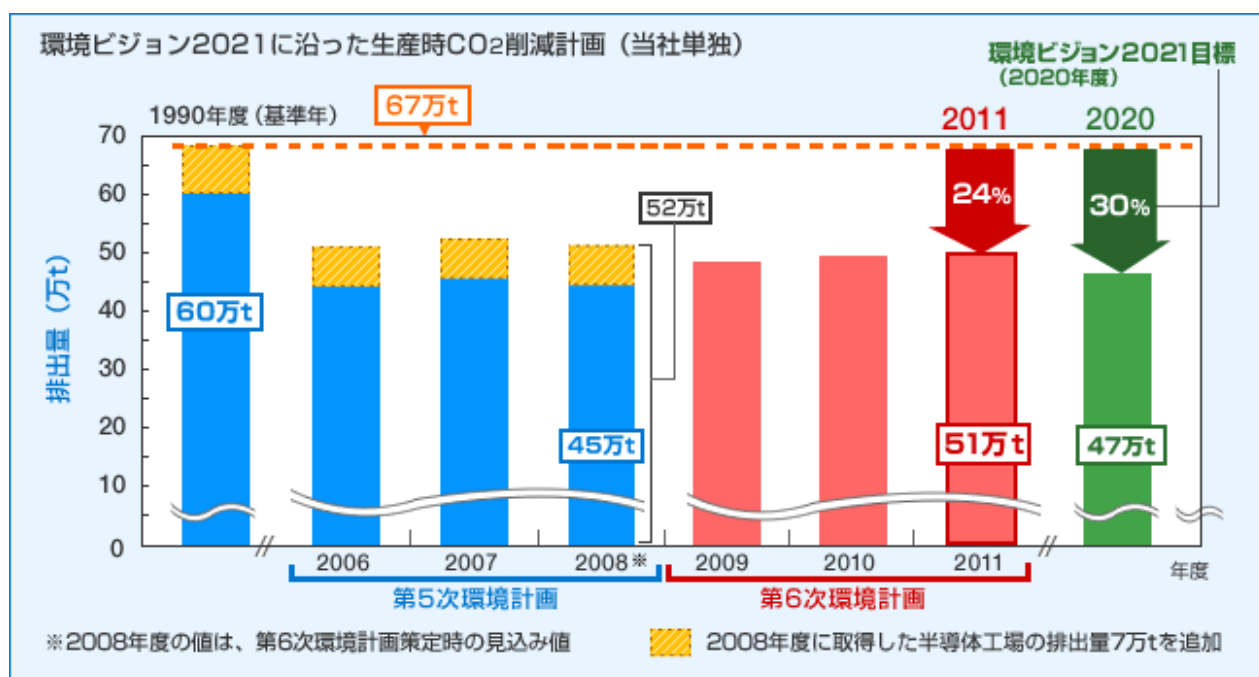


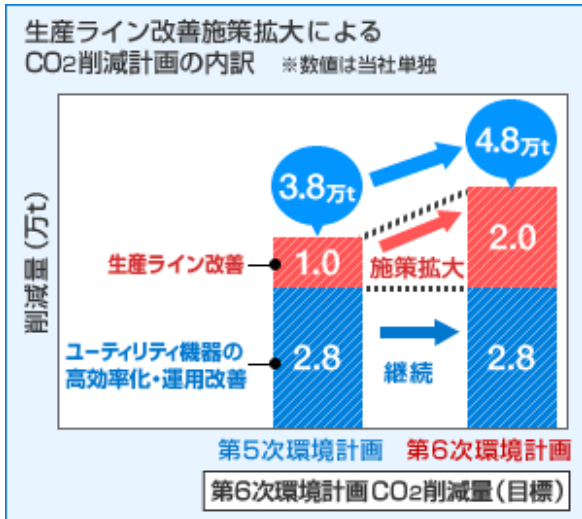
環境ビジョン2021の達成をめざし、「生産ラインの改善」を強化ポイントに設定

「環境ビジョン2021」では、「生産時CO₂の排出総量30%削減」を1つの目標に掲げています。この「環境ビジョン2021」策定後、最初の環境計画となる「第6次環境計画(2009-2011年度)」では、最終年度となる2011年度のCO₂排出量を51万トンと設定し、2009～2011年度の3カ年で4.8万トンを削減することを目標としています。

目標達成に向け、これまで進めてきた「空調・照明機器などのユーティリティ機器の高効率化・運用改善」を継続することに加え、「生産ラインや生産設備の改善」も強化し、より強力なCO₂削減活動を実施していきます。

実行計画では、生産拠点ごとのエネルギー消費量を削減する施策からさらに深掘りし、生産ライン・設備ごと(例えば、加熱炉、プレス加工、熱処理、組立ライン、搬送、試験設備など)の消費エネルギーの「見える化」によりムダを顕在化し、新たなCO₂排出量削減活動を展開します。





【環境報告】第6次環境計画の生産時のCO₂削減

問題を「見える化」し、解決に結びつける「知恵」を発掘

「生産ライン改善」の取り組みは、設備や機器をリストアップして、資金を投資して古い設備を更新することで成果を得ることができた「ユーティリティ機器の高効率化・運用改善」とは異なり、「問題点の発見」とそれを解決する「知恵」が必要となってきます。また、生産ラインの改善は、生産プロセスの条件変更など品質や生産性に直結するため、実現可能な施策を実行するためには、生産技術部門や品質部門と連携した活動が必要となります。

そこで、現場での改善活動に加えて、生産システム本部が各生産拠点を巡回しながら現場スタッフや技術部門とともに問題点を「見える化」し、解決に結びつく知恵を出すとともに、他の生産拠点での良好事例の水平展開を図り、全社的に成果を横通していく活動を展開していきます。また、「知恵を耕せば、無駄はいくらでも見えてくる、つまりCO₂削減活動もChanges of the Betterである」との考えから、相互啓発をめざした省エネ診断や活動交流会、省エネチェックマニュアルや良好事例の展開といった活動ツールなど、CO₂削減の「知恵」の発掘と展開を支援する推進体制の整備も進めています。



省エネ診断

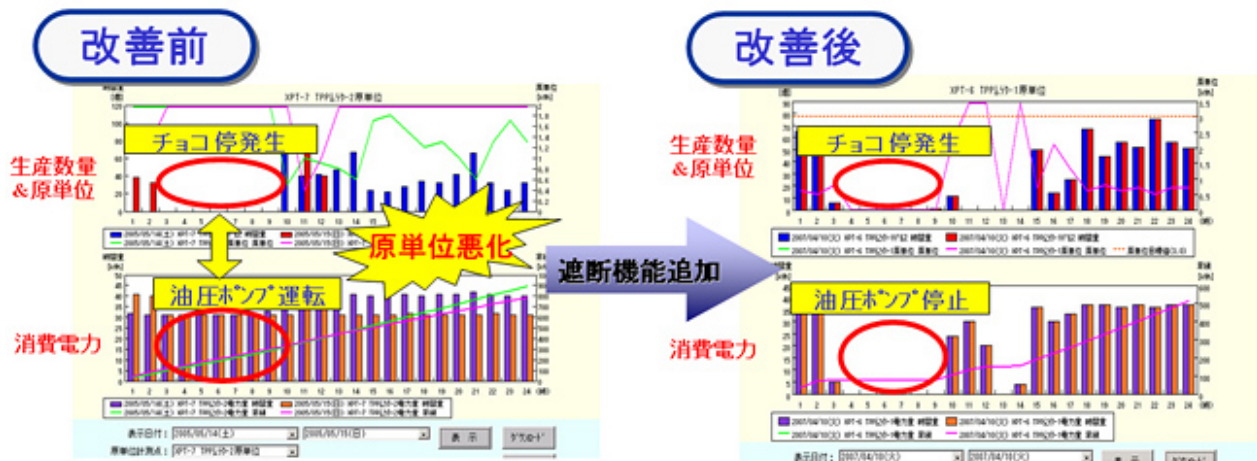
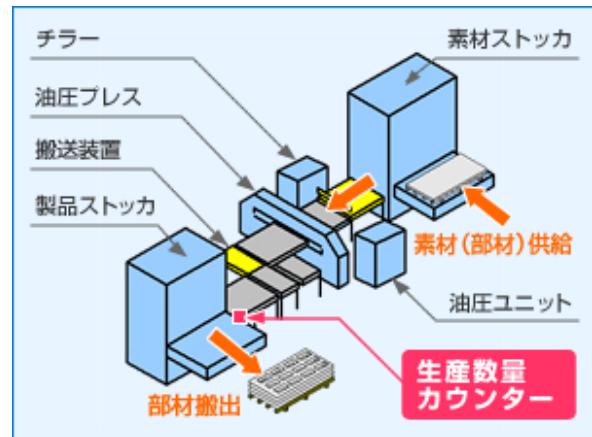


EM(エネルギーロス・ミニマム)活動発表会

【鉄板を打ち抜く板金加工設備「ターレットパンチプレス(TPP)」の改善実施例】

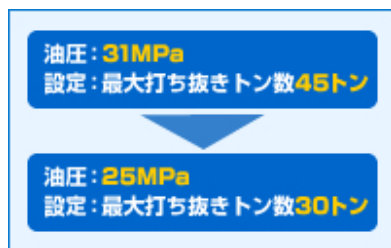
事例① ラインの無駄運転の見直し
夜間無人運転中エラー発生時の不要電力量の削減

従来、夜間無人運転中に装置トラブルによりラインが停止(チョコ停)した場合、メインとなるラインは自動的に停止していましたが、油圧ポンプなどは稼働し続けていました。生産の原単位と油圧ポンプの消費電力を対比し、「見える化」したことで、生産が行われていない時間帯の消費電力のムダを発見。夜間無人運転中のチョコ停発生時に、電力消費量の多い油圧ユニットやチラーユニット、スクラップコンベアなどの電源を自動遮断する機能を追加し(ただし、制御電源は遮断せず、チョコ停復旧後の加工を可能にすることで、加工中の素材も有効に活用)、年間あたり70MWhの電気使用量削減を実現しました。



事例② 出力レベルの見直し
TPP油圧ユニットの必要圧力見直しによる電力量削減

従来、TPP設備の打ち抜き力の最大能力45トン(油圧:31Mpa)を使用していましたが、加工物の材質・板厚・使用金型から必要エネルギーを再計算したところ、最大30トン(油圧:25Mpa)の打ち抜き力で問題ないことが判明し、加工能力の設定値を低く変更しました。これにより、年間あたり31MWhの電気使用量削減を実現しました。

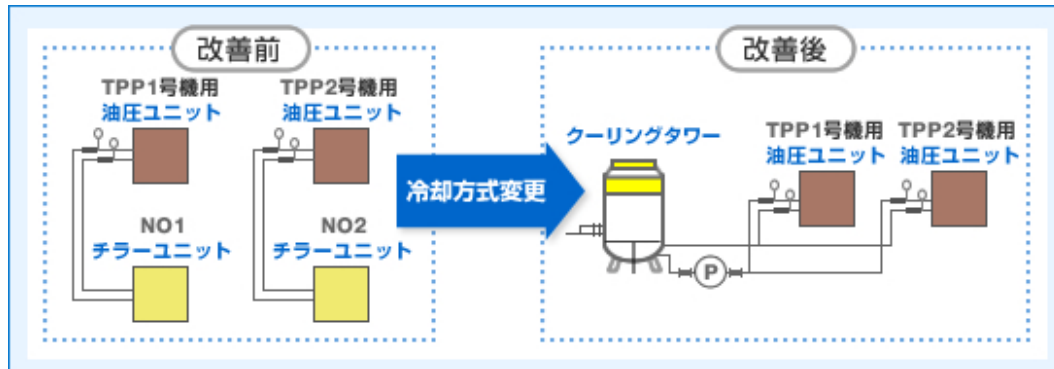


TPP設備での打ち抜きシーン

事例③ 冷却方式変更による省エネ化

空冷式チラーユニット2台からクーリングタワー1台への変更による電力量削減

従来、エアコンの室外機のようにTPPラインごとに各1台の空冷式チラーユニットを用い、油圧ユニットの油を冷却していましたが、老朽化したチラーユニットの更新に合わせて、クーリングタワー1台を用いた方式を提案して置き換えました。これにより、年間あたり221MWhの電気使用量削減という成果が得られ、同時に設備更新費用を抑制することができました。最新の高效率チラーユニット2台を導入する従来型の発想から、発想をちょっと転換して生産ラインの改善を実現した事例となりました。



VOICE



環境推進本部 推進グループ
マネージャー
春日芳夫

これまでもJIT(Just In Time)活動を通じて、生産拠点におけるさまざまなムダ取り活動を実施しており、各生産現場では省エネ＝ムダ取りという意識は着実に浸透しています。経営環境が厳しい今だからこそ、設備の省エネ化を通じてムダ取り活動を追究し、製造体質強化や生産性向上につなげようという機運も高まっており、今回改めて生産ライン・設備のエネルギー削減活動を実行までサポートし、本格化させていくとともに、JIT活動にリンクさせながら取り組みの定着化を図っていきたいと考えています。



環境推進本部 推進グループ
池神正晃

「環境ビジョン2021」達成に向け策定された「第6次環境計画」の目標値をクリアするには、従来活動の倍の削減活動が求められています。生産現場ではハードルの高さを感じている一方、どのような活動を実施していこうか、すぐにでも着手できる取り組みが模索され、運用面での施策など小さな成果の積み重ねで実績を出しているところもあります。こうした活動を拠点単位で終わらせるのではなく、その豊かな「知恵」を水平展開することで、新たな活動のきっかけづくりに携わっていきたいと考えています。

省エネ実践事例 Case1



「原単位管理」による攻めの省エネ【福山製作所】

自社工場を使った省エネ機器の効果実証

福山製作所がEM活動への本格的な取り組みを開始したのは1997年。その大きなねらいは、環境への配慮や経済性の追求と同時に、同製作所の開発・製造する省エネ支援機器・システムの効果を「実証」することにあります。

当時、福山製作所の営業部門では、多くのお客様から「確かに省エネは重要課題だが、それによって生産性が低下しては意味がない。省エネ支援システムを導入して実際にどれだけの効果があるのか、それがわからなければ導入には踏み切れない」との声をいただいていた。

省エネ支援製品単体の性能ならば、すぐに実験データを示すことができます。しかしシステムとしての運用効果に関しては、実際に「現場」で示すほかはありません。このデモンストレーションを自社工場の「現場」で実践することになったのです。それは、自社製品を活用した省エネの推進によって、環境配慮と生産性向上を図ると同時に、お客様に対して製品の有効性を「現場」で見せるという、二重の意味を持った作戦でした。



設備ごとに「エネルギー原単位」での管理を実施

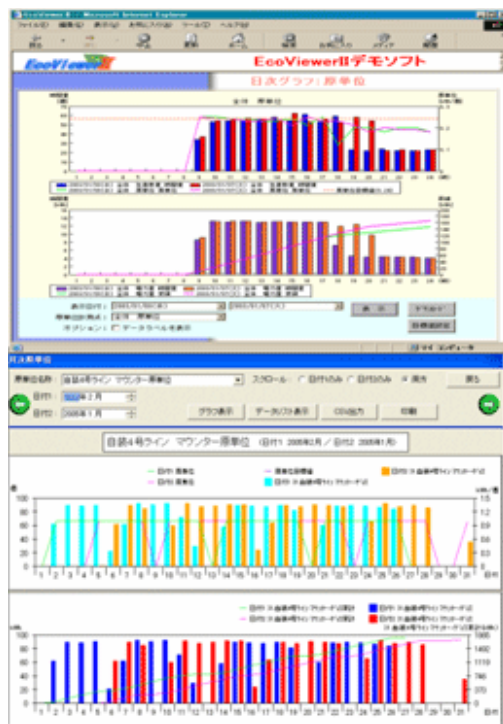
省エネ活動において基本となるのは「現状把握」、すなわちエネルギー使用量の測定です。福山製作所でもまず部門ごとの電力量を明確化し、さらに計測対象をショップ(班)、設備へと細分化して、電力消費量の多いショップや設備について優先的に改善活動を進める方針で取り組みを進めました。

ただし、単に消費電力を測るだけでは、効果的な改善は望めません。生産ラインは生き物のように常に変化しています。生産量が増えれば、当然消費エネルギーも増大しますが、それだけではエネルギーロスとは言えません。「いつ、どこで、無駄なエネルギーが使われているのか」を発見することが重要でした。

そこで導入したのが「エネルギーの原単位管理」。つまり単位生産量当たりの消費エネルギーを指標として、管理を行っていくやり方です。部門ごと、設備ごとにこの「エネルギー原単位」をきめ細かく計測することで、ロスのありかが見えてきます。

原単位管理をベースにした、こうした改善活動を、ISO14001の管理手法に基づいて各部門で徹底した結果、短期間で大幅な省エネルギーと生産効率の向上を達成できました。取り組み開始の翌98年には「省エネルギー実施優秀事例 省エネルギーセンター会長賞」を受賞。さらに「現場」での省エネ成果をお客様に実際に見ていただく「工場見学会」もスタートさせました。

こうして自社工場でのEM推進で得たノウハウをもとに、福山製作所ではその後も省エネを効率的・効果的に支援する機器・システムの開発に取り組んできました。



原単位グラフ表示例

製作所の全員が一体となって機器・システムを開発

1998年には、設備ごとの電力測定を効率的に行う「EMU電力計測ユニット」を、さらに2000年にはこれを進化させ、多回路の電力計測を同時に行える多回路電力計測ユニット「EcoMonitor」を開発。2002年には、省エネデータの収集からWEBへの情報発信までをワンパッケージで行う省エネデータ収集サーバ「EcoServer II」、2003年には電力デマンドの監視・制御を行う省エネデマンド監視サーバ「E-Energy」と、新しい視点で省エネ活動を支援する機器やソフトウェアの新製品を、業界に先駆け次々と開発しました。

これらの製品開発に際しては、工場各部門の社員たちもモニターとなり、「お客様」の立場でその使いやすさや施工性などを検証し、開発部門に多くの有益なアドバイスを提供しました。まさに製作所の全員が一体となって、実用性の高い機器・システムを生みだしていったのです。



多回路電力計測ユニット
「EcoMonitor II」



省エネデータ収集サーバ
「EcoServer II」



省エネデマンド監視サーバ
「E-Energy」

リアルタイムの原単位計測で改善ポイントを明確化

現在の福山製作所では、これらの自社開発製品が随所で活躍しています。各設備の分電盤には「EcoMonitor」が設置され、電力量と生産数を計測。それらの計測データは「EcoServer II」に送られ、エネルギー原単位が瞬時に計算されます。さらに電力消費や原単位の動向はわかりやすくグラフ化され、LANを介して、工場長や部門責任者はもちろん、従業員全員が自分のパソコンからリアルタイムで確認ができます。

こうしたエネルギーの「見える化」をベースに、工場全体、各部門、製品別などの現場レベルで目標を設定し、具体的な改善を行う体制が確立、すなわち「わかる化」が実現しています。

仮に原単位が悪化した場合、現場の状況と照合することで、段取りミスや設備トラブル、機械の空転といった原因がすぐに判明し、それぞれに応じた改善策を打つことができます。このようにエネルギーロスを徹底的に無くしていくことにより、生産に必要なエネルギーを「必要なときに」「必要なところで」「必要な量だけ」使用する“エネルギーのジャストインタイム”が実現するのです。

福山製作所のこうした取り組みは各方面から高い評価を受けており、2004年には「省エネルギー実施優秀事例 中国経済産業局長賞」を、2006年には「エネルギー管理優良工場 中国経済産業局長賞」、2007年には「省エネルギー実施優秀事例 省エネルギーセンター会長賞」を受賞しました。



省エネ支援機器のトップランナーとして社会に貢献する

福山製作所の挑戦は、今も続いています。2005年度からは和歌山製作所の開発によるWEB対応空調集中コントローラ「G50」と省エネデマンド監視サーバ「E-Energy」を連動させることで、デマンドの適正管理を徹底。また事務所棟の空調機器を高効率型に更新した上で自動間引き運転（ローテーション制御）、設定温度制限、消し忘れ防止管理などの運用改善を実施しています。

これらの取り組みの結果、2007年度の生産高原単位は1990年度比で27%削減できました。このほか重油・LPGから電気・都市ガスへの燃料転換も推進しており、2006年度には蒸気で使用する暖房設備を重油式から電気式へと転換、重油の使用量を大幅に削減しました。

今後は電気だけでなく、重油、蒸気、ガス、エア、水などすべてのエネルギーを「見える化」「わかる化」して改善活動を進め、EM活動をスパイラルアップさせていく方針です。めざすのは、日本全国の生産現場の先頭を走るトップランナー。福山での取り組みを多くのお客様に参考にいただき、自分たちの掘んだノウハウを、お客様の工場の省エネ推進に役立てていただく。それは当社のできる、もう一つの社会貢献であると思います。



福山製作所



福山製作所のショールーム。省エネ支援の特長とシステムの概要をわかりやすく紹介しています。

省エネ実践事例 Case2



生産効率アップで実現する省エネルギー【冷熱システム製作所】

「JIT」を省エネのシンボルとして採用

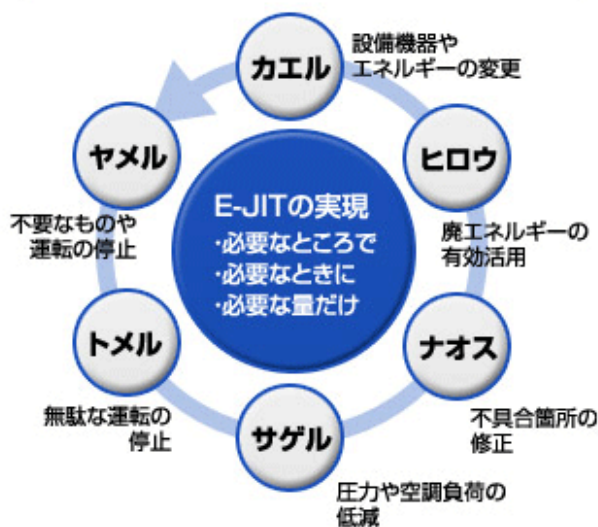
冷熱システム製作所では「2010年までにエネルギー消費量を生産高原単位で1990年度比25%削減」「エネルギー起因によるCO₂排出量を前年度比2%削減」をめざして、「高効率機器による省エネ」「JITの省エネ活動への拡大」「省エネ支援機器の導入」を柱に省エネルギー活動に取り組んでいます。

その中でも特に、生産に携わる一人ひとりの社員が推進役となる「JITの省エネ活動への拡大」を重視しています。JITとは「Just In Time」の略。もともと「必要なものを必要なときに必要な量だけ」という意味で使われる言葉ですが、冷熱システム製作所では、当社の製作所の中でいち早く所内の省エネルギー活動のシンボルとして採用しました。省エネルギーとは、エネルギーを使わないことではなく、「必要なところで必要なときに必要な量だけ」使うこと。この考えを基本に、「カエル」「ヤメル」「トメル」「サゲル」「ナオス」「ヒロウ」という6つの視点から、エネルギーの使用状況を検証し、具体的な改善活動を進めています。



冷熱システム製作所

6つの視点 — 6つの視点で実践する省エネ活動 —



事例紹介①「カエル」

「カエル」で実践するのは、「設備機器やエネルギーの変更」です。ここでは3つの事例をご紹介します。

高効率照明への更新

従来の「ラビット式蛍光灯」(40W)から高効率な「HF蛍光灯」(32W)に取替えました。「HF蛍光灯」は、消費電力を抑えながら、明るさを確保できることから、照明器具台数を削減することができます。2階建ての総合事務所を例に挙げると、377台から256台へと32%削減。これによる省エネ効果は、1ヶ月で6,884kWhにのびります。さらに、照明器具を「プルスイッチ方式」に変更することで、「こまめな消灯」の従業員への意識づけにも成功しました。



ラビット式蛍光灯

HF蛍光灯

対策前 377台 → 対策後 256台
32%削減

高効率トランスの導入

局部変電所の変圧器をスーパー高効率変圧器に更新。さらに負荷変動に合わせて力率を自動調整する自動力率調整装置を導入しました。これによって損失電力量を257,653kWhから228,530kWhに低減(損失電力を11.4%削減)できました。



更新前 257,653kWh → 更新後 228,530kWh
損失電力量 11.4%削減

燃料転換

CO2排出係数の大きいA重油・LPGを都市ガス(13A)に変換したことで、年間443トンの削減に成功しています。



圧縮機工作課長 大家一郎

改善できることを少しでも多く見つけて実行すること、その積み重ねによって大きな省エネ効果が得られます。例えば、圧縮機の加工ラインには、約100機の加工機があるのですが、その機械についている緑、オレンジ、赤の3色の運転表示灯を白熱ランプからLEDに変えるだけで、電気代にして年間約30万円も節約することができました。



ユニット工作課長 中野寛治

環境JITは省エネだけでなく、廃棄物の削減、生産性向上につながります。例えば「荷姿改善」という活動では、段ボールやPPバンドでの梱包をやめて専用台車に立てかける方式(身のみ供給)に変えただけで、組立生産効率が向上し、品質も改善されました。また、協力工場の荷造り削減にもつながり、加工費も低減できました。

事例紹介②「ヤメル」

「ヤメル」では、「不要なものや運転の停止」を推進しています。ここでは2つの事例をご紹介します。

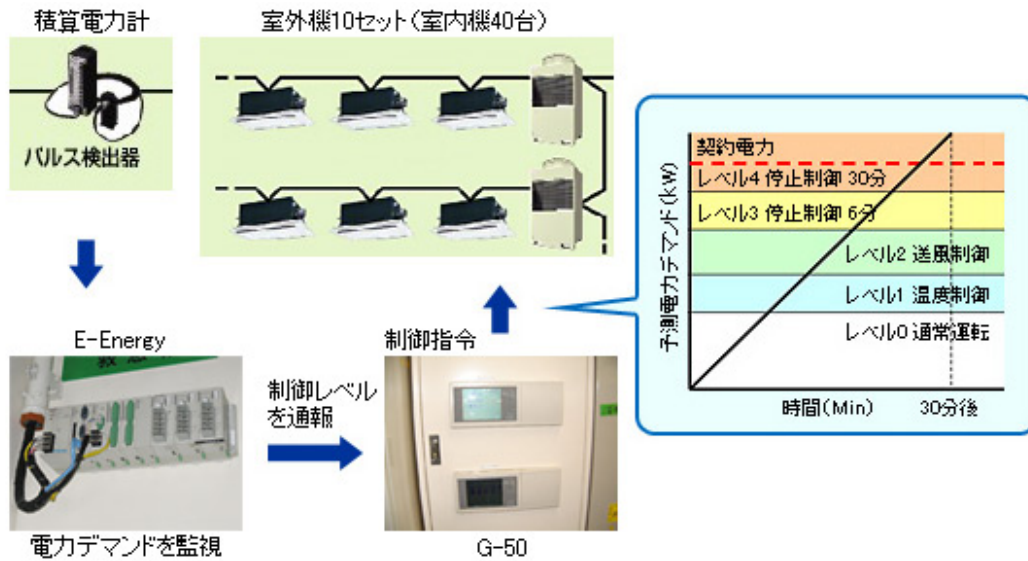
構内蛍光灯の間引き

工場内を見渡せば、意外と照明が不要なエリアがあるもの。そこで、人が作業をしない場所の蛍光灯を間引きして、必要なところだけに絞っています。冷熱システム製作所では、4つの工場合計で、全1979灯中433灯を間引きし、その経済効果は、935,000円にのびります。



空調機の自動制御による省エネ

パソコンで空調機の遠隔監視や運転スケジュールの設定ができる、空調集中コントローラー「G-50」とデマンド監視サーバー「E-Energy」(ともに当社製)を併用し、デマンドレベルに応じて「冷暖房→送風→停止制御」を自動制御しています。電力使用量を抑制することができると同時に基本電気料金削減も実現しました。



三菱電機冷熱応用システム株式会社
現品管理係長 宮本信喜

部品倉庫では多種多様な部品を保管しています。従来、これらの部品は自動ラックに保管していましたが、短納期多サイクル生産への対応や、棚残縮減のための「見える化」「わかる化」推進のために、自動ラックを廃止して固定棚に変更しました。

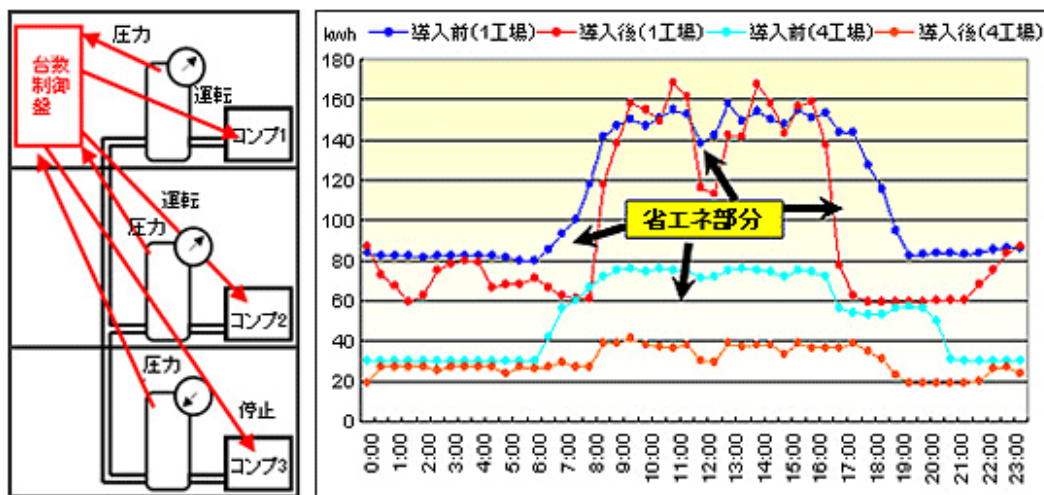
現在は見通しの良いようにレイアウトし、整理・整頓・清掃・清潔を徹底しています。職場がきれいであれば、必ず異常が見えます。異常が見えれば、改善の手が打てます。

事例紹介③「トメル」

無駄な運転を停止するのが、「トメル」です。ここでは2つの事例をご紹介します。

エアコンプレッサの運転台数制御

各階のエアコンプレッサを台数制御盤を介して連結し、「圧力基準」でコンプレッサの「ON/OFF」自動制御を実施することで、省エネを図りました。この制御を採用した第1工場と第4工場では、年間電力量を452,745kWh削減することができました。その経済効果は、697万円にもなります。



導入前 2,117,610kWh → 更新後 1,664,865kWh 452,745kWh削減

毎月第2土曜日を「省エネ停電日」に



毎月第2土曜日を「省エネ停電日」として、停電可能な回路を切断する活動も継続しています。

←※切断中のブレーカーには「省エネ停電中」と表示



部品工作課長 上野修

部品工作課は冷電機種のキーパーツ(板金部品、樹脂成型品、熱交換器、冷媒回路のバルブ類など)の生産を担当しています。これらの部品は、いくつかの工程を経て完成しますが、「必要なものを必要なときに必要な量だけ」をスローガンに「リードタイム短縮」「仕掛り削減」をめざし、工程連結を進めています。工程をつなぐことで中間仕掛りの載せ換えや運搬がなくなり、生産性向上と省エネ効果が期待できます。

2007年度からは電気炉の生産高と使用電力量を「見える化」しました。その相対関係を分析して、新たな省エネ施策を考えていきます。

事例紹介④「サゲル」

「サゲル」では、圧力や空調負荷の低減を推進しています。ここでは3つの事例をご紹介します。

樹脂成型器の設備作動油の変更

冷熱システム製作所では、樹脂成型加工時の消費電力を削減するために、設備作動油を「低粘度・低比重油」(油メーカーと共同検討)に変更しました。作動油の変更は、設備配管内の圧力損失低減に加え、始動時の消費電力削減という効果ももたらし、省エネ率は単位時間当たりの電気消費量で13%減を達成しました。従来の油種は、「危険物油」に分類されていましたが、新しい油種は「非危険物油」に分類されるため、取扱いやすくなるという相乗効果も得られました。



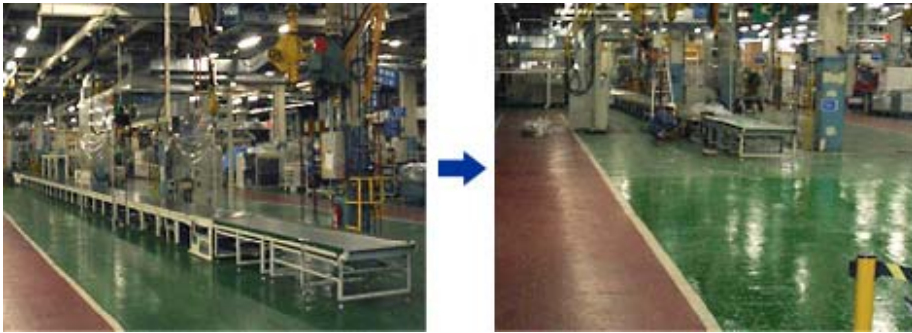
屋根に日射反射塗料を塗布

空調負荷を抑制するため、工場棟の折板屋根へ日射反射塗料を塗布。屋根直下の室温を約2~3°C引き下げる効果を確認した。外気温比でみると和歌山から青森へ工場を移設したのと同等の効果があり、冷房による電力負荷を約7%低減しています(当社試算)。



組立コンベアの短縮と台車生産方式の導入

部品や製品の組み立てには、一般的に、コンベアを使った流れ作業が採用されています。冷熱システム製作所では、JIT革新活動の中で、「必要なものを必要なときに必要な量だけ」を追求して、作業工程間の間締めを行い、コンベアを大幅に短縮しました。また、生産量増減への対応を容易にし、作業者間の負荷バランスの改善、製造リードタイム短縮を図るために、コンベアを撤去して、台車で組み立てを行う「台車生産方式」も導入しました。これらの生産性改善活動が、省エネにも大きく貢献しています。



三菱電機冷熱応用システム株式会社
冷熱工作課 課長付 前田豊

冷熱システム製作所の製品群の一部を生産委託されている和菱テクニカにおいても、環境JITに積極的に取り組んでいます。生産性向上、工程間の間締めによる組立コンベアの短縮は、動力費縮減や局部照明削減など、省エネに大きく寄与しました。現在は、取引先から納入される部品の「身のみ供給(包装材レス)」に取り組む、省資源・廃棄物削減を推進しています。

事例紹介⑤「ナオス」

「ナオス」では、不具合箇所を直して省エネ化を図っています。

老朽蒸気配管の更新

冷熱システム製作所では、老朽化した蒸気配管・蒸気ヘッダーの更新・再敷設を行いました。これによって蒸気ボイラーによる都市ガス使用量を2%削減することができました。

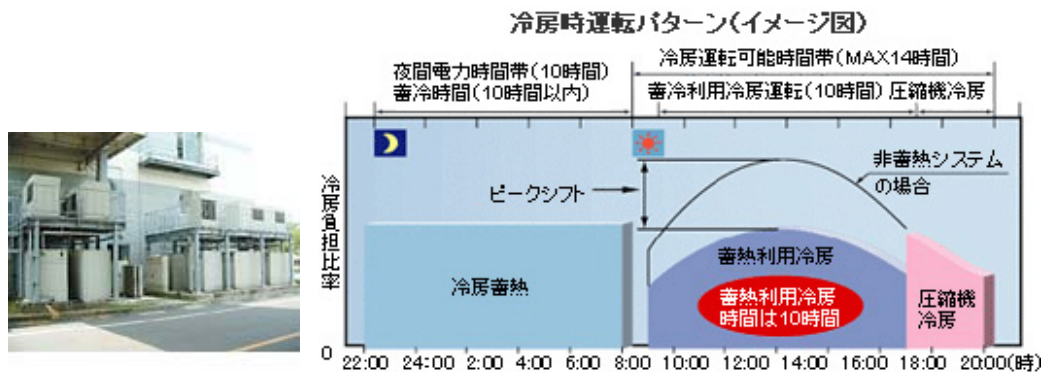


事例紹介⑥「ヒロウ」

「ヒロウ」は、廃エネルギーを有効活用する活動です。ここでは2つの事例をご紹介します。

水蓄熱空調機の導入

夜間の安価な電力を使用して氷や温水をつくり、昼間の冷暖房に使用する「水蓄熱」式空調機を導入。電力のピークシフトやピークカットを図っています。



蒸気ドレンを回収してボイラー用の軟水を加温

生産工程で仕事を済ませた飽和蒸気の凝縮水(蒸気ドレン)が持っている熱を回収し、都市ガス貫流ボイラーで使用する軟水の加温に再利用しています。これによって蒸気ボイラーによる都市ガス使用量を3%削減することができました。また、軟水の温度も導入前には40~45°Cだったのが、57~83°Cにまで上げることができました。



環境JITを積極的に推進

6つの視点で地道に活動を積み重ねることで着実に省エネを進める冷熱システム製作所。2007年度は、生産高原単位で1990年度比59.5%(40.5%削減)という省エネ効果を挙げました。そんな冷熱システム製作所では、省エネだけでなく、環境全般にわたってJIT活動を推進しています。

有害物質の排出削減では、有害物質であるトルエンやキシレンの含有量を半分にした塗料溶剤に変更して、「塗料の低溶剤化」を実現しました。有害物質はゼロにするのがベストですが、塗膜性能(さびない性能)が確保できなくては困るため、100%を追い求めず、低溶剤にしました。これによって年間1,300kgのトルエン、キシレンを削減しました。

また、廃棄物の削減では、ゴミ箱の中身がわかるように半透明なゴミ箱に変更して分別しやすくしています。さらに、さまざまな資材の移動ではリユースできるパレットに切り替えることで脱段ボール化を図っています。

今後もJITを合言葉に、省エネルギーと環境保全のために全員が高い環境マインドを持って、改善活動を続けていきます。

環境JITの推進役を担う環境保全課メンバーの声



環境保全課 課長 武田安史

JIT活動の基本は全員参加。一人ひとりがムダに対して「50点でも良いから、即改善」の行動が必要です。冷熱システム製作所は省エネ機器(冷熱製品)の生産工場だからこそ、モノづくりにおいても省エネを推進する責任があります。さまざまな工夫を積み重ねて、地球環境保全に貢献していきたいと思います。



環境保全課 専任 久村幹夫

大きな設備投資をして省エネを実現する方法もありますが、日常の地道な改善努力の積み重ねこそが大切だと思います。そうすることで環境マインドも育っていくのだと思います。



環境保全課 専任 津守秀成

省エネ化を進めるには、「カエル」「ヤメル」「トメル」「サゲル」「ナオス」「ヒロウ」の6つの視点を持つことが重要です。「どれが当てはまるのだろうか？」と常に考えていけば、必ず工夫につながります。

製品と生産の技術革新へ！

換気扇モーター **minimo**® に見る
環境時代のものづくり



小形換気扇用モーター「minimo」は、当社がめざす「省エネ」と「省資源」を同時に実現した製品。それはモーター設計・製造技術・設備開発など専門分野の異なる技術者たちが、一体となって最高の製品を追求する“コンカレント・エンジニアリング”の成果でした。環境時代のものづくりの「理想形」とも言えるその開発の実際をご紹介します。

モーター外郭、世界最小※45mm。
このサイズに、たくさんの想いと
創意工夫が詰まっている。

※全自動無人化生産対応コンデンサ搭載型換気扇用交流モーターにおいて。2008年2月現在（当社調べ）。

ENVIRONMENTAL VISION
2021
TECHNOLOGY & ACTION

環境時代のものづくりの理想型

▶ 製品の特長を見る

▲ pickup 01 ▲ pickup 02 ▲ pickup 03

CONTENTS

製品のイノベーション

「世界最小※モーター」が住宅の環境負荷低減に大きく貢献

- “世界最小※サイズ”で「省エネ」「省資源」を同時に実現
- 換気扇はご使用になるお客様が直接選ぶことが非常に少ない機器だからこそ最高の環境性能を

※世界最小：全自動無人化生産対応コンデンサ搭載型換気扇用交流モーターにおいて。2008年2月現在（当社調べ）。

ものづくりのイノベーション

モーター設計・製造技術・設備開発、すべての力の結集で実現した「最強のものづくり」

- コンカレント・エンジニアリングは中津川製作所のDNA
- 開発段階から全メンバーの技術・知識・経験を結集
- 真のコンカレントを実現した「飯田創造室」という空間

エンジニアたちの想い

地域と一体で環境貢献に取り組む中津川製作所・飯田工場

製品のイノベーション



「世界最小モーター」が住宅の環境負荷低減に大きく貢献

“世界最小サイズ”で「省エネ」「省資源」を同時に実現

住宅の居室や洗面所、トイレなどの換気に使われる「パイプ用ファン」は、空気の通り路（風路）にモーターが位置する構造になっています。このためモーターを小さくすればするほど空気抵抗が減り、換気風量を大きくできるのですが、そこには大きな問題がありました。単純にモーターを小形化しただけでは、電力効率が落ち、換気扇としての性能が低下してしまうのです。

この難題を独自技術で解決し、モーターの性能を落とすことなく大幅な小形化を実現したのが「minimo」です。minimoの直径（コア外径）は、世界最小サイズの「43mm」。従来品に比べて容積で約68%減、質量で73%減と、大幅な軽量・コンパクト化を実現しています。これによってminimoを搭載したパイプ用ファンは、従来よりも換気風量が約25%増加した一方で、消費電力を約22%も低減しています。また小形化により樹脂や鉄・銅などの原材料も大幅に減っています。minimoは限りある資源の節約にも貢献しているのです。



手前が世界最小の小形換気扇用コンデンサモーターminimo（ミニモ）。

TOPICS

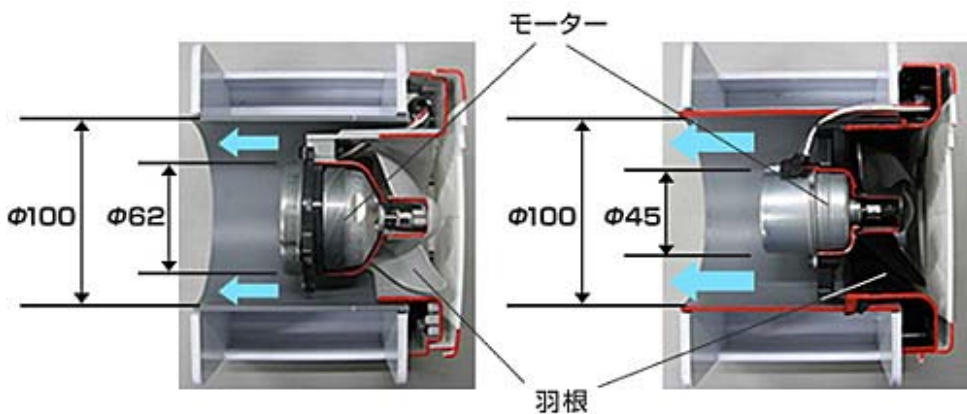
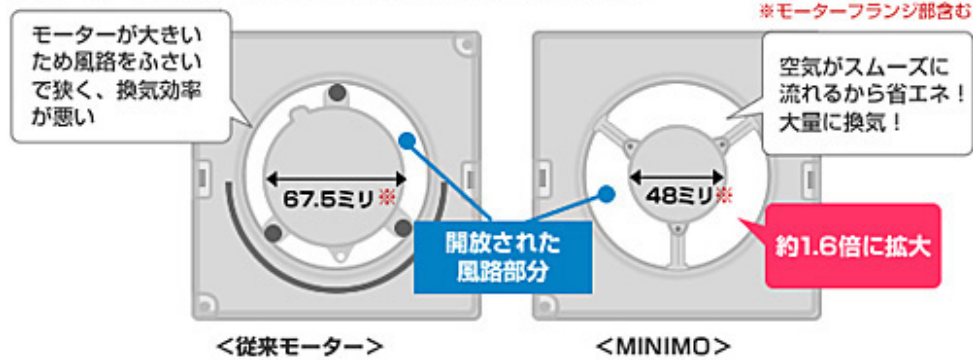
風量増と省エネも同時に実現

従来のモーター（直径67.5mm。モーターフランジ部を含む）では、風路をふさぐモーター部分が断面積の56%を占めていました。これに対して「minimo搭載パイプ用ファン」はその割合を28%にまで低減。風路内の空気抵抗が大幅に減ったことで換気風量が約25%増加、同時に消費電力は約22%減少しています。

小形だから省資源

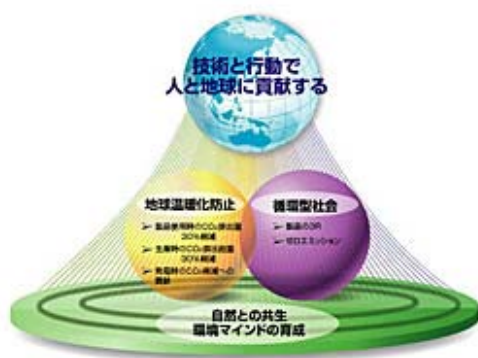


■モーターによる換気風路の開放部分の比較（背面部）



[minimoの動画を見る](#)

※「製品と生産の技術革新へ！」トップページへリンクします。



「環境ビジョン2021」とminimo

創立100周年の2021年を目標年とする「環境ビジョン2021」では、『地球温暖化防止』のために「製品使用時・生産時におけるCO₂排出量を削減すること」、そして『循環型社会の形成』のために「3R(リデュース・リユース・リサイクル)を積極的に進めること」を、取り組みの大きな課題としています。独自の技術革新によって「省エネルギー」と「省資源」を同時に実現したminimoは、この2つの課題をともに達成した製品であり、当社の今後のものづくりにおける一つのモデルケースとなっています。

換気扇はご使用になるお客様が直接選ぶことが非常に少ない機器だからこそ最高の環境性能を

住設機器として住まいにあらかじめ組み込まれるパイプ用ファンの性能を、一般のお客様が意識する機会はありません。しかしその消費エネルギーは決して小さくはないのです。

日本で使われる換気扇のうち、パイプ用ファンの占める割合は、約30%(2007年、日本電機工業会調べ)にも上ります。さらに2003年の建築基準法の改正で新築住宅のほぼすべての居室に「常時換気」が義務づけられたこともあり、今後パイプ用ファンの総数はさらに増大していくと予想されます。

多くの家庭で使用され、しかも一般のお客様が直接選ぶことが希なパイプ用ファンだからこそ、当社はメーカーの責任として、できる限り優れた環境性能を追求しました。こうした姿勢が高く評価され、minimo搭載パイプ用ファンは、2007年度の「省エネ大賞・資源エネルギー庁長官賞」を受賞しています。



TOPICS

minimoの環境保全効果はどれくらい？

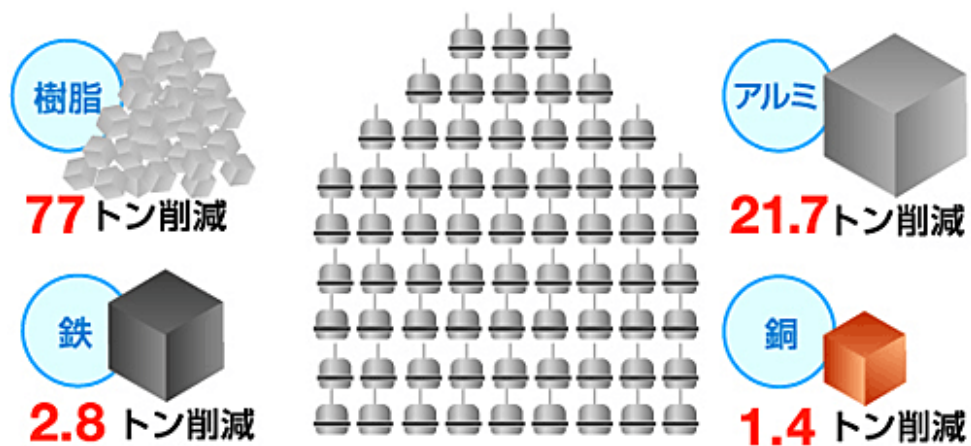
仮に当社が販売するパイプ用ファンを、すべてminimo搭載タイプに置き換えれば、年間でCO₂約370トン※の省エネを実現できます。また原材料の面でも、樹脂を77トン、アルミを21.7トン、鉄を2.8トン、銅を1.4トン削減できます。minimoによる「省エネ」「省資源」は、日本全体では大きな環境貢献につながるのです。

※ 当社が販売するパイプ用ファンの半数を「24時間運転」、残りの半数を「5時間運転」と仮定した場合。

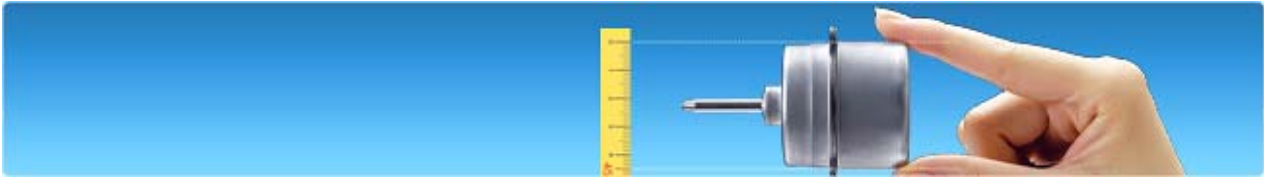
杉の木 26,000本が年間に吸収する CO₂量を削減！



従来品約20万台分の素材を節約！



ものづくりのイノベーション



モーター設計・製造技術・設備開発、すべての力の結集で実現した「最強のものづくり」

コンカレント・エンジニアリングは中津川製作所のDNA

minimoを開発したのは、三菱電機中津川製作所・飯田工場のプロジェクトチーム。このプロジェクトは、スタート時からモーター設計・製造技術・設備開発といった、各分野の専門技術スタッフが飯田工場に結集し、全員一丸となって開発を行う“コンカレント・エンジニアリング”の形で進められました。

中津川製作所 飯田工場は、ダクト用換気扇をはじめ、パイプ用ファンなどを製造する、国内トップクラスの換気扇専門工場。業界他社が海外生産にシフトする中、同製作所ではあくまで「国内での一貫生産」にこだわり、市場ニーズに即応した高品質の製品によって高いシェアと顧客満足を追求してきました。

海外生産品に負けない飯田工場の高い競争力の源泉は、徹底した「FA化（工場自動化）」にあります。製造ラインの設計はもちろん、自動機や金型の設計・開発部門まで自前で備える中津川製作所では、それらの要素技術の結集によって他社に真似のできない高効率・高精度の自動生産ラインを構築。製品開発においても、設計→製造という通常の“流れ作業”ではなく、「自動化ラインへの適合」を前提に、最適な「モーター設計」「生産ライン設計」「設備金型開発」を各部門が一致協力を進めるやり方を長年にわたってとってきました。“コンカレント・エンジニアリング”が注目されるはるか以前から、それは中津川製作所のものづくりの基本姿勢であり、“DNA”として受け継がれてきたのです。



中津川製作所で生産しているモーター、手前にあるのが飯田工場で生産しているモーター。

中津川製作所は、1943年の生産開始時から2006年までに換気送風機を累計で1億台生産（飯田工場単独では2005年に累計4,000万台を突破）。自動化ラインから生みだされる高品質で信頼性の高い製品群は、日経アーキテクチャ調査の「建材・設備メーカーが採用したいメーカー」に4年連続ナンバーワンで選ばれています。

開発段階から全メンバーの技術・知識・経験を結集

minimoの開発においてもこの“中津川製作所のDNA”がフルに発揮されました。「究極のモーター」をつくり上げるため、プロジェクトには営業、モーター設計、製造技術、設備開発など各部門の精鋭スタッフが集められ、さらに当社の全国の生産現場へ技術支援を行う「生産技術センター」にも協力を要請。経験豊富なベテランスタッフが飯田工場に招集されました。集まったメンバーたちはものづくりの最前線である“生産現場”で、各々の専門分野で培った技術・知識・経験を結集・融合させ、最高のものづくりを追求していきました。

同プロジェクトによるコンカレントな技術開発の中でも、とりわけ大きかったのが「設計と製造の一体化」による技術革新です。たとえばモーターコイルを絶縁する巻枠を分割し、銅線を目一杯巻いた後に別部品を挿入して絶縁する「巻枠分割方式」。従来のモーターの常識を破るこの方法は、minimoの小形化・高効率化の大きなポイントとなった新技術ですが、この発想はモーター設計に「製造」の視点を融合させたからこそ生まれたもの。まさに中津川製作所ならではのイノベーションです。

設計面だけでなく製造面においても、コンカレント・エンジニアリングによる数々の技術革新が成し遂げられました。長年モーターの設計を担ってきたスタッフを生産技術担当に抜擢することで製造プロセスに新たな視点を導入し、さらに生産技術センタースタッフ、設備開発担当者も一体となってさまざまな技術・ノウハウを融合。他工場でもほとんど例のないラインのワーク搬送方式開発から新たに取り組むなど、あらゆる工程においてロスを省き、最高の製品を高精度かつスピーディに製造するためのイノベーションに取り組みました。



minimoの技術開発体制



コンカレント・エンジニアリングで誕生したminimo



minimoプロジェクトメンバー
左から出口（設計担当）、山口（製造技術担当）、木下（プロジェクトリーダー）、三宅（生産技術開発支援）

真のコンカレントを実現した「飯田創造室」という空間

minimo開発におけるこうした「コンカレントなものづくり」の実践にあたって、大きな役割を果たしたのが「飯田創造室」の存在です。この「創造室」は、飯田工場に設けられた実験・開発部品の保管場所であり、かつプロジェクトメンバーが自由に集い、意見を交わすためのミーティングスペースです。

製造工場である飯田には、本来「開発部門」は存在しません。しかし「製造現場から遠く離れた隣県の中津川で開発を進めていたのでは、本当のコンカレント・エンジニアリングは行えない」との考えから、プロジェクトのスタートと同時に、飯田工場の入口のすぐ脇に、すべての開発メンバーが集まれる場所がつけられました。製造ラインまで歩いて数十歩という“特等席”に開発の拠点を置くことで、設計と生産の融合を図ったのです。

コンカレント・エンジニアリングを理想に掲げる工場は多いものの、実際の開発プロセスでは、各分野の専門性が強いこともあり普段は別々に技術開発を進め、定期的な会議で互いの調整を図るというケースがほとんど。これに対して「創造室」では、全メンバーが一カ所に集まり、現実に動いている製造ラインを目の当たりにしながら、製品機構や製造プロセスの改善について具体的な議論を戦わせました。「会議室での調整」ではなく、ものづくりのまさに「現場」において、“フェイスtoフェイス”の緊密なコミュニケーションと“全員一丸”の姿勢を実現した「創造室」は、真のコンカレント・エンジニアリングに不可欠な“装置”だったと言えるでしょう。

飯田工場 モーター・換気扇工場



「創造室」は、製造ラインのすぐ脇の特等席に！



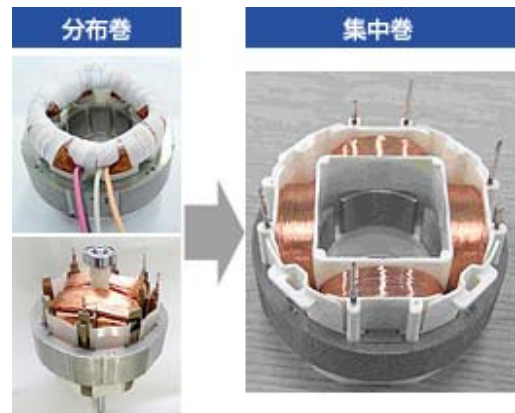
創造室に集うエンジニアたち。全員が「最高のものづくりを」という思いを胸に、議論を尽くす。

TOPICS

電力損失の約4割を占める「1次損失」を減らそう！

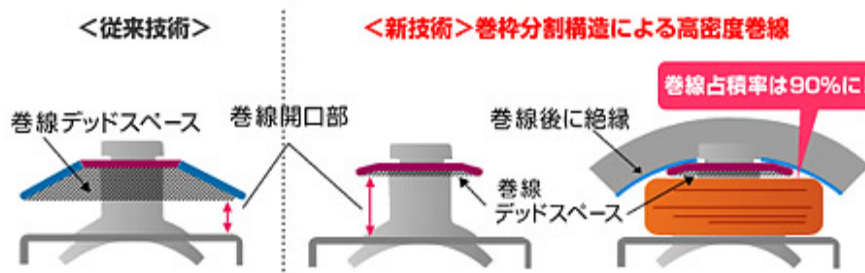
◆コイルの抵抗を小さくするために「集中巻」を採用して5割減！

一般にはモーターを小形化すると、出力が減るだけでなく電力効率も低下してしまいます。「いかにして小形化と高効率化を両立させるか」という難題を解決したのが、「巻線」の工夫でした。モーターの電力損失で特に大きいのは、「1次損失」。1次損失とは、電源を接続するコイル(巻線)に電流が流れると電気抵抗で発熱して電力を損失することを言い、小形コンデンサモーターの損失の約4割も占めます。これを減らすため、minimoには、一般的な「分布巻」と異なり、固定子(モーターの回転しない部分)に銅線を直接巻き付ける「集中巻」を採用。コイル(巻線)抵抗による電力の1次損失を約5割も減らすことに成功しました。



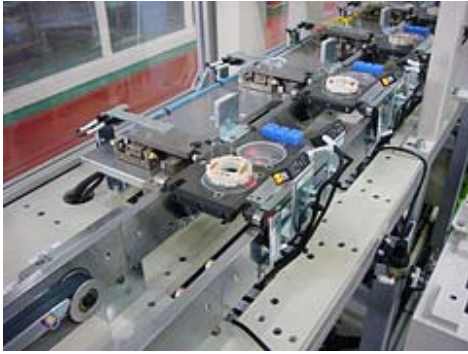
◆コイルの抵抗を小さくするために「巻線占積率」を増やして2割減！

スロット(溝)数の少ない集中巻きには「デッドスペース(コイルを絶縁する巻枠が邪魔で銅線が巻けない部分)が大きくなる」という問題がありました。これを解決したのが、巻枠を分割して従来巻けなかった部分にも線を巻き、はみ出した部分に後から別部品を挿入して絶縁するという「巻枠分割方式」。巻線占積率(スロットの面積に対して銅線の面積が占める割合)を従来比で12%増やし、1次損失をさらに2割減らすことに成功しました。



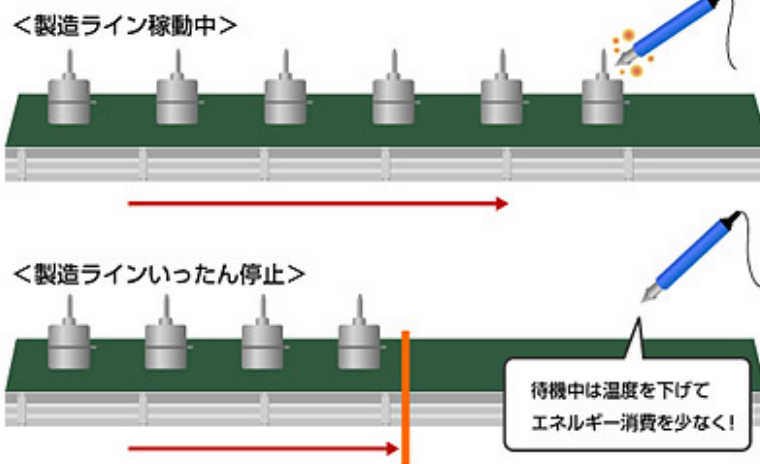
[minimoの動画を見る](#)

※「製品と生産の技術革新へ!」トップページへリンクします。



高速・低ショック搬送コンベヤ。minimoに求められる高い精度を確保するため、積載部品に衝撃を与えず、しかもスムーズに、素速く動くコンベヤを生産技術センターと設備開発部門が一緒になって新開発。生産機器の開発を外部委託せず、設計と一体で製造機器の開発を進めることで「最強の製造ライン」が構築できたのです。

従来は箱に並べた部品をロボットがパレットに一個ずつセットする方式でラインに供給していましたが、これを内製のパーツフィーダによる「直接部品供給方式」に切り替えることで、上流での人手によるセットの手間を省きました。



溶接用はんだコテに、ラインが一定時間停止すれば待機中の温度を下げる新機構を採用。わずかなロスも見逃さず、徹底的に省エネ合理化を進めるという姿勢が貫かれています。

エンジニアたちの想い



開発・製造が真に「一体」となったコンカレント・エンジニアリングは、当社のめざすものづくりの理想形。それを実践し、究極のモーター「minimo」開発を成し遂げたプロジェクトメンバーたちの声を紹介します。

「史上最強の換気扇モーター製造ライン」を構築する

この20年、中津川製作所は自動化技術の徹底によって優れたモーターを幾つも開発してきましたが、そのベースには営業、モーター設計、生産技術、設備開発、すべての部門が力を結集し、一体となって課題に取り組む「コンカレントなものづくり」の姿勢が常にありました。プロジェクトリーダーに任ぜられたとき、私には「この中津川のDNAを、次世代に継承していかなければ！」という強い思いがありました。さらに言えば、それは「日本のものづくりの灯を消してはならない！」という思いでもありました。そのためプロジェクトでは「究極のモーター」の開発と同時に、「史上最強の換気扇モーター製造ライン」をつくり上げることを目標に掲げました。中津川の培ってきたコンカレントなものづくりの力を最大限に発揮すれば、品質はもちろん納期やコスト、そして環境面においても、“最高の製造ライン”を構築できると信じていました。



プロジェクトリーダー
中津川製作所 飯田工場
木下治雄

真のコンカレント・エンジニアリングを次世代へ

製造現場がすぐ前に見える“一等地”を確保し、そこにメンバーが自由に議論できる「創造室」を設けたのもコンカレント・エンジニアリングを実践するためです。この部屋でプロジェクトメンバーたちは毎日のように議論を戦わせ、モーター設計や製造プロセスでの数々のイノベーションを成し遂げました。その結果、素晴らしいモーターが完成できたことはもちろん、そうしたプロセスを通して長年培われてきた“中津川のDNA”を若い世代に伝えられたことが、今回の最大の成果だと思っています。現在では「創造室」の存在は、製作所内のみならず生産技術センターまで広く知れわたり、今後も新たな要素技術開発の発掘など、さまざまなプロジェクトにこの部屋が活用されていくでしょう。若手たちが真のコンカレント・エンジニアリングによって、社会にも環境にも貢献する最強のものづくりをさらに進化させてくれると期待しています。

全員が妥協することなく課題を達成できたことに満足

今回のプロジェクトで一番嬉しかったのは、本当に「思い通りのモノ」ができたことです。通常の開発では各部門の事情によっていくらかの妥協が生まれるものですが、本プロジェクトではモーター設計も製造技術も設備開発も、メンバー全員がそれぞれの理想をぶつけ合いながら、妥協することなく課題を達成できました。それも専門分野のメンバーたちが、製造現場を臨む「創造室」で徹底的に議論し、密なコミュニケーションの中で問題意識を共有しながら、チーム一丸でさまざまな課題に取り組めたから。その意味で、minimoは飯田だからつくれたのかも知れません。設計担当者というのは、とすれば製品の性能だけを追い求めがちになりますが、今回の体験によって、それでは本当に社会に役立つものづくりはできないことがよく分かりました。今後は製造現場の課題、さらには営業のキャッチした市場ニーズなど、幅広い視点を持って開発に携わり、さらに環境負荷の低い製品を開発していこうと思います。



設計担当
中津川製作所
出口 学

設計と製造技術の両視点で製品を考える貴重な体験



製造技術担当
中津川製作所 飯田工場
山口 秀哉

私は長年モーター設計部門に所属していましたが、今回のプロジェクトを契機に初めて製造技術課に移り、製造面での技術開発を担当しました。製造技術の視点から製品を見ることで、モーターにとって何が必要なのか、初めて分かったことが数多くあり、また、これまであまり意識していなかった製品と環境のつながりについても認識が深まりました。

さらに大きいのは、異なる専門分野の人間がチームを組み、それぞれが持てる知見とアイデアを出し合いながら、一体となって課題解決に取り組むことの有効性を身をもって学べたことです。プロジェクトの仲間たちと議論を重ね、最高の製品と製造プロセスを一致団結して追い求める中で、中津川の自動化ラインがそういったコンカレント・エンジニアリングの結晶であったこともよく理解できました。こうした経験は、たとえ望んだとしてもなかなかできるものではないと思います。貴重な体験をさせてもらったことを感謝するとともに、今回の体験で自分が個人として得たものを、今後は組織全体へ広げ、世界の中での中津川の競争力をさらに高めていこうと思っています。

モーター開発のDNAを全社で発展させていきたい



生産技術開発支援
生産技術センター
三宅展明

プロジェクトリーダーの木下さんが開発協力を求めて尼崎の生産技術センターに来られたとき、彼は「日本のものづくりの灯を絶やさないためには、海外生産に負けない最高の生産ラインを構築せねばならない！」という決意をつづった一枚の文書を携えていました。私はその熱い思いに共感し、ぜひ成功させたいと感じたのを覚えています。

中津川製作所と生産技術センターによるモーター開発の歴史は20年前にさかのぼります。当時、先輩諸氏は巻線のしやすさに着目して鉄心を分割する構造を考案し、モーター性能向上と自動化の両立を達成しました。これが当社の**ポキポキモータ**の誕生にもつながった、つくりやすさを考慮したコンセプト“生産設計・自動化”の始まりです。今回、プロジェクトの若手メンバーは、そのDNAを受け継ぎ、他の製作所の技術者を巻き込みながら、アイデア討議を重ね、世の中になかったモーターとラインを実現しました。

このような設計と製造が一体に進むという基本スタンスは、優れた製品づくりはもちろん、環境貢献の面でも必要不可欠です。生産技術センターでは、今後もこのDNAにこだわりながら、全社のモーター仲間とともに、世界No.1のモーターづくりに向け邁進したいと思います。

地域と一体で環境貢献に取り組む中津川製作所・飯田工場



全従業員で環境配慮を進める「環境JIT活動」

1974年、換気扇の専用工場として操業を開始した中津川製作所・飯田工場は、1998年には住宅用太陽光発電システムの生産工場を併設。中津川製作所と一体となって環境に貢献する数々の製品を世に送り出してきました。同工場では、事業活動全体を通しての環境負荷低減にも積極的に取り組んでいます。「環境JIT活動」と呼ばれるこの取り組みは、工場で使用する電力・ガス・重油などのエネルギー資源の節減はもちろん、排水の浄化処理や冷却水の循環利用による河川環境の保護、廃棄物削減・再資源化によるゼロエミッションの推進など、幅広い領域に及んでいます。

一人ひとりの従業員が、日々の業務の中で環境への高い意識を持てるよう、飯田工場では電力やガスだけでなく、鉄、銅、アルミ・樹脂などすべての資源(原材料)をCO₂に換算。例えば鉄1トンの節約は1.5トンのCO₂削減に相当するといったように「すべての改善活動はコスト削減はもとより、環境貢献にも直結するものである」との意識を現場に浸透させることで、「全員参加型」の改善活動(もったいない作戦)につなげています。

環境JIT活動事例

荷姿改善による積載効率向上で、部品外注工場からの納品トラック運行回数を削減



地域の環境リーダーとして行政・市民とともに活動

中央アルプスの豊かな自然に恵まれた飯田市では、「持続的発展が可能な地域社会」の実現をめざし、独自の「環境プラン」に基づいたさまざまな取り組みが展開されています。そのリーディング事業の一つに位置づけられるのが「太陽光発電システムの普及」です。飯田市では1997年度から太陽光発電システムを設置する市民への資金融資あっせんや利子補給金交付を行うなど、普及に向けて積極的な施策を展開。「『おひさま』と『もり』のエネルギーが生む低炭素な環境文化都市の想像」活動で「環境文化都市」に選定され、当社の太陽光発電システム事業拡大に大きな期待が寄せられています。

また2000年に飯田市で発足した「地域ぐるみ環境ISO研究会」の活動にも参加。同研究会はもともと環境ISO14001の認証取得をめざして市内の企業5社が組織した勉強会ですが、現在では飯田工場を含む地域の29事業所が加盟し、地域の環境文化創造になくしてはならない組織へと発展しています。飯田工場は同研究会の副代表として自治体の環境フォーラムで講演を行うなど、企業・行政・住民が一体となった地域ぐるみの環境活動に積極的に参加しています。

「地域に開かれた工場」を象徴するリンゴの木

飯田工場の「地域と一体になった環境貢献」のシンボリックな存在が、工場の正門周辺に立ち並ぶ78本ものリンゴの木。35年前の工場創設時に植えられたもので、工場緑化による環境貢献だけでなく、飯田の特産物であるリンゴの木をフェンスの代わりにすることで「地域に開かれた工場」という基本姿勢を広く示すものとなっています。

長年にわたり多くの従業員たちが丹精込めて世話をし、大きく成長した木々は、毎年秋の収穫期にはおよそ3万5千個ものリンゴを実らせてくれます。一つひとつの実にステンシルを貼って「MITSUBISHI」のロゴマークを浮き出させた赤いリンゴの実、飯田工場の「名物」として地域住民に親しまれ、工場見学者へのお土産のほか、地域の老人ホームや養護施設などへも寄贈されています。また毎年12月には、近隣の養護施設の子供たちを工場に招いて「リンゴ狩り」のイベントを開催。参加した子供たちからは毎回「ありがとう」「おいしかった!」と、感謝の手紙がたくさん寄せられています。



飯田工場。手前のリンゴの木々はフェンスになっています。リンゴには、当社のマークのステンシルをはっています。2008年は「ダクト用換気扇40周年」を記念した特別バージョンも。



リンゴ狩りに参加した子どもたちからプレゼントされたポスター。当日の思いを書いた作文もいただきました。





中津川製作所
飯田工場長
白金義康

「もったいない」の精神ですべての資源を大切に

現代は「環境」を抜きにして事業を語ることはできない時代ですが、環境貢献を何か特別な活動と捉えては、なかなか進むものではありません。そこで原点になるのは、「もったいない」という気持ちだと思います。電力やガスなどのエネルギー資源だけでなく、鉄や銅などの材料も、オフィスで使う紙も、すべての資源を「もったいない」と、一人ひとりが意識することが日常的环境活動につながっていくとの考えから、中津川製作所では環境活動を「もったいない作戦」と名づけ全従業員参加で推進しています。企業にとっては原価低減・コスト削減は重要ですが、それ以前に“かけがえのない地球の資源を大切に使おう！”という意識が大切なのです。

もう一つ重要なのは「地域と一体になった活動」です。当然ながら環境活動は社だけで進められるものではありません。私自身も飯田市の進める「地域ぐるみ」の活動において講演などをさせてもらっていますが、地域の色々な立場の方々とお話する中で、教えられることが多々あります。今後も地域との一体性をさらに深め「もったいない」の精神で、地域ぐるみでの環境貢献を進めていこうと思います。

太陽光発電での挑戦！

太陽光発電の発電効率向上と普及のために
「パワーエレクトロニクス」を知りつくした、三菱電機だからこそできること。

当社では、2007年10月に発表した「環境ビジョン2021」において、地球温暖化防止に向けた3つの取り組み目標の一つに「太陽光発電システムのさらなる普及と発電効率向上」を掲げています。ここでは、太陽光発電システム事業の特長と、目標を実現するための数々の挑戦をご紹介します。

当社はシステムのすべてを自社で開発・生産するメーカー

太陽光発電システムは、太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換する「太陽電池モジュール」と、発電された電気を家庭で使えるように変換する「パワーコンディショナ」の、大きく2つの機器で構成されています。

一般に太陽光発電を手がけるメーカーの多くは、太陽電池モジュールのみを自社で生産し、他社のパワーコンディショナと組み合わせてシステムを組むか、あるいは外部から調達したパワーコンディショナを自社ブランドとしてシステム販売している場合がほとんどですが、当社は、「太陽電池モジュール」と「パワーコンディショナ」を含め、システムを構成するすべての機器を自社で開発・生産しています。自社製品によるトータルシステムを提供できること——これが、太陽光発電システム事業の特長です。

すべてを自社で開発できるのは、受配電設備に代表される「電力（パワーエレクトロニクス）分野」において豊富な経験と実績を有し、高い技術を蓄積してきたからです。実は高性能の太陽光発電システムを作るには、太陽電池セルなど最先端の半導体技術はもちろん、それをうまく使いこなすための「電力（パワーエレクトロニクス）技術」が不可欠。当社の太陽光発電システムには「電力を知り尽くしている」からこそその強みが随所に発揮されているのです。



太陽光発電システム事業を展開する中津川製作所

CONTENTS

発電効率向上のための技術開発

パワーコンディショナ | 太陽電池モジュール | 太陽電池セル |

普及のための課題解決

システムを乱さない電力品質の確保 | 設置範囲の拡大 | お客様から信頼される品質の追求 |
生産規模の拡大 |

VOICE

担当責任者の声 | お客様の声 |

発電効率向上のための技術開発

パワーコンディショナ

97.5%※業界最高※の電力変換効率を実現したパワーコンディショナ



当社の太陽光発電システムが他社に大きな差をつけているのが「パワーコンディショナ」です。太陽の光を受けて太陽電池が生み出す電気は「直流電力」で、これを電気機器に使用するためには「交流電力」に変換する必要があります。この直流→交流の変換を担うのが「パワーコンディショナ」なのですが、変換の際には必ず「電力ロス」が生じます。このロスを少なくできるかどうかは、パワーコンディショナの性能（電力変換効率）にかかっています。

太陽電池モジュールの発電量が同じでも、パワーコンディショナの電力変換効率が変われば、最終的に利用できる電力量は変わります。たとえばパワーコンディショナの電力変換効率が90%（ロス10%）ならば、屋根の上に設置されている太陽電池の1割は、結果的に「無駄に屋根にのっているだけ」になってしまうわけです。貴重な太陽電池を無駄にするかしないかは、パワーコンディショナ次第なのです。

当社では、これまで得意のパワーエレクトロニクス技術を駆使した高性能のパワーコンディショナを開発してきました。そして2007年10月に発表した家庭用4kWのパワーコンディショナでは、新たな独自技術の導入により、それまでの業界最高であった変換効率95.5%を、さらに2%更新する「電力変換効率97.5%」を達成しました。さらに、2009年2月には公共・産業用100kWの大容量パワーコンディショナにおいても97.5%※を達成。

加えて、トランスをなくす独自の工夫で業界トップクラスの小型サイズも実現し、設置スペースの削減を可能にしました。100kWパワーコンディショナは、2010年度に実用化を予定しており、今後さらなる大容量化の開発も進めます。

※家庭用4kWのパワーコンディショナ、産業用100kWの大容量パワーコンディショナの両方において、97.5%（業界最高）を達成。

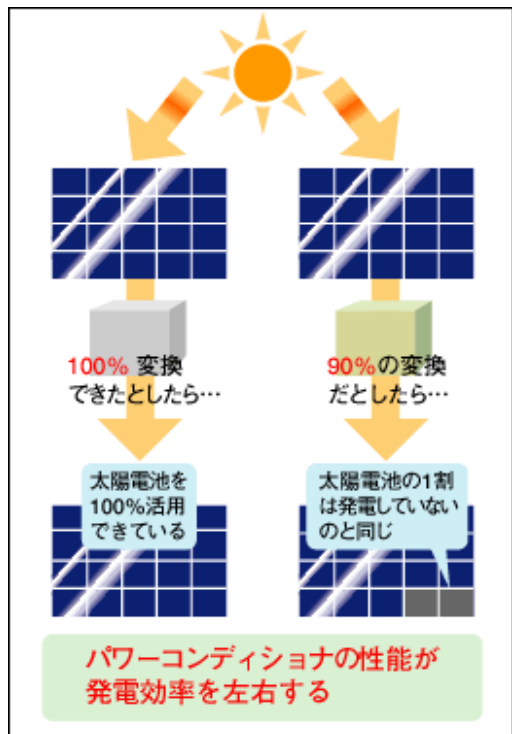
<家庭用4kWのパワーコンディショナ>

JIS C 8961で規定する定格負荷効率。PV-PN40Gの当社実測値（当社従来品PV-PN33GIは95.5%）

2007年10月4日現在。国内住宅用太陽光発電システム向けパワーコンディショナの量産機種において業界最高。

<産業用100kWの大容量パワーコンディショナ>

2009年2月18日現在。100kW-480Vパワーコンディショナで負荷率75%における変換効率。当社調べ。

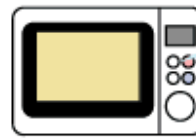


「わずか2%」のすごさ

「変換効率95.5%から97.5%へ、2%もアップ！」と聞いても、ピンと来ないかも知れません。でも、これをロスの面から見れば「4.5%のロスを2.5%まで低減した」つまりロスを従来の半分近く削減したことになります。実際、これを実現したときには、多くの方から驚きと感嘆の声が上がりました。

2%の効率アップは、
ロスをほぼ半減したのと同じ

ロスの回収分を4kWの
太陽光発電システムで考えると…



消費電力1kWの
電子レンジなら

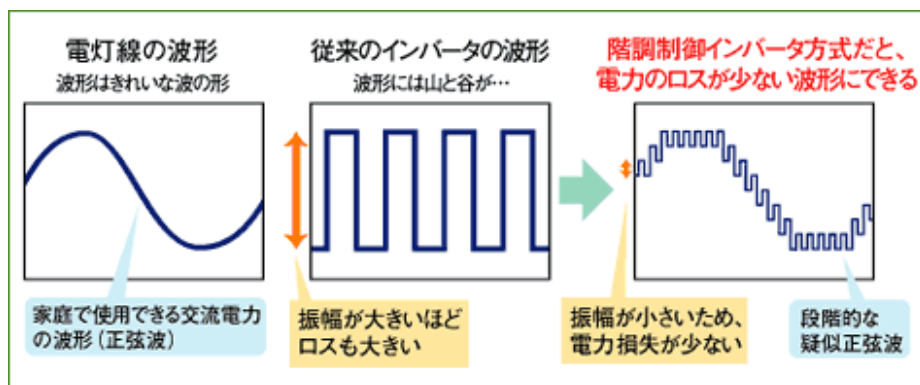
80時間調理できる
電気の量を有効活用!

効率アップの秘密は、3個のインバータの制御技術

電力のロスはさまざまな部分で発生しますが、中でも大きなロスが発生する部分はインバータです。ところで電気のロスとインバータの出力波形とは密接な関係があります。一般的にこの波形の振幅が大きいほど、また変化のスピードが遅いほどロスが大きくなります。

従来のパワーコンディショナは、1個のインバータで制御していたため振幅が大きく、大きなロスが発生していましたが、新技術では「電圧の違うインバータ3台」をうまく組み合わせてインバータの出力をごく小さな振幅になるようにし、さらに「オン・オフのスピードを数倍速く」してロスの発生が少ない形に近づけています。この独自技術を「階調制御インバータ技術」と言い、業界最高「電力変換効率97.5%」を可能にしたのです。

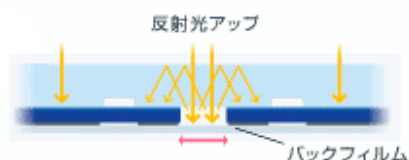
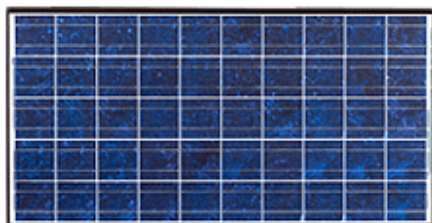
詳しくは環境技術図鑑をご覧ください。



発電効率向上のための技術開発

太陽電池モジュール

185W 大出力の太陽電池モジュール



太陽電池モジュールについても、世界最先端レベルでの開発を進めています。現在、当社の住宅用太陽電池モジュールは1枚あたりの発電量が185W。多結晶シリコンタイプの国内量産品モジュールとしてはトップレベルの出力です。

大出力を可能にした工夫は2つ。一つは大型化です。業界トップクラスの変換効率を持つ太陽電池セルの大きさを従来の150mm角から156mm角に大形化して枚数を増やしました。もう一つは、セルの配置設計。1枚1枚のセルの間隔を広げて、セルの間のバックフィルムから反射する光をより多く取り込めるようにしたのです。

太陽光発電システムの性能＝ パワーコンディショナの性能×太陽電池モジュールの性能

パワーコンディショナで直流を交流に変換する際のロスをいくら少なくしても、電気をつくるもとの太陽電池モジュールの発電能力が低ければ、得られる電力は少なくなります。また、たくさん発電しても交流に変換する際のロスが大きければ、同じく得られる電力は少なくなります。つまり、双方の性能が高ければ高いほど、太陽光発電システムの性能がよくなるというわけです。太陽電池モジュールでも、パワーコンディショナでも業界最高の性能を実現している当社の太陽光発電システムなら、太陽の光からつくった電気を暮らしの中でさらに“たっぷり”使えるようになります。

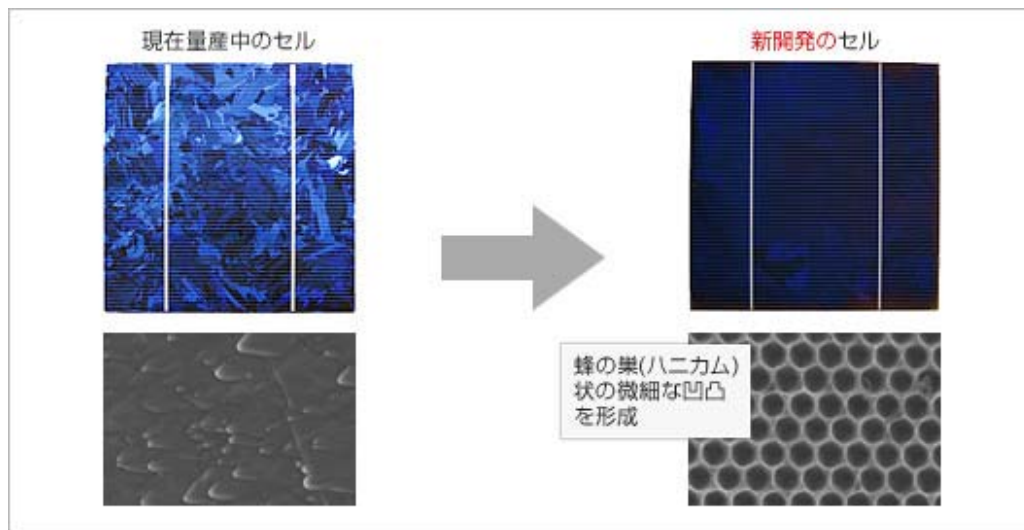


発電効率向上のための技術開発

太陽電池セル

18.9%※1太陽電池セルの世界最高変換効率※1を2年連続で更新

モジュールの発電量はセルの出力によって決まるため、セルの変換効率を高めることが発電量アップに直結します。では、変換効率を高めるにはどうすればいいのかと言えば、セル表面での太陽光の反射を抑えて、できるだけ多くの太陽光を取り込めるようにすればいいわけです。当社は、セルの表面に反射率を極限まで抑える超微細な蜂の巣(ハニカム)構造の凹凸を形成して、2008年3月に15cm角サイズの高純度シリコン太陽電池セルで世界最高の変換効率18.6%※2を実現しました。

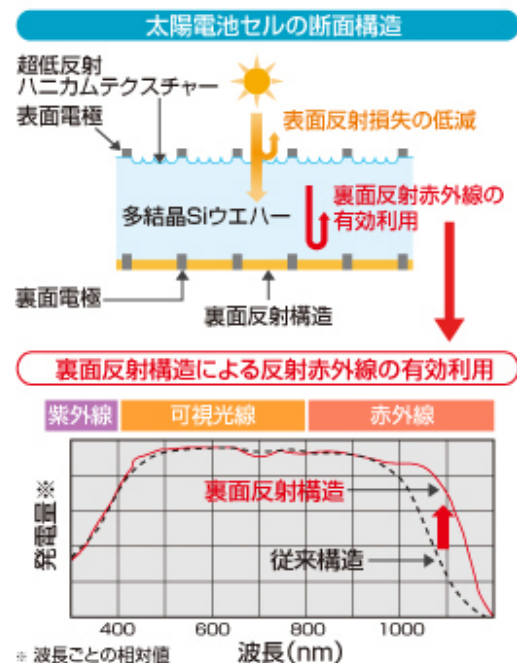


そして2009年2月には、セル表面から太陽光を吸収する工夫に加えて、「赤外線を有効利用する技術」を組み合わせることで18.9%を達成。2年連続で世界最高の変換効率を更新しました。実は、太陽光の波長のうち「赤外線」は結晶シリコンに吸収されにくいという性質があり、約半分しか発電に寄与しません。また、赤外線は裏面の電極に到達すると熱エネルギーとして失われてしまうのです。そこで、太陽光を余すところなく利用するために、セルの裏面として「光を反射する構造」を開発。裏面に達した赤外線を反射させてセルの内部に取り込むことで、これまでは発電に利用できなかった光も利用できるようにしました。

現在、この高効率セルの量産化に向けた技術開発を進めており、2010年度以降の太陽電池モジュール用セルに順次導入していく予定です。

※1 当社測定値。

※2 変換効率の公的認証機関である産業技術総合研究所(AIST)における評価結果。

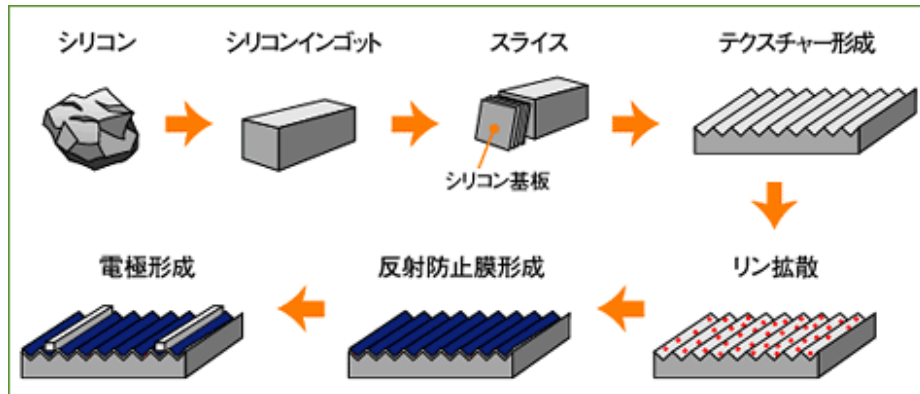


多結晶シリコン太陽電池へのこだわり

結晶シリコンの太陽電池には「単結晶」と「多結晶」があります。単結晶は多結晶よりも多く発電しますが、さまざまな半導体にも使われる材料であるため高価です。これに対し多結晶は「太陽電池にしか使えない」材料であり安価です。コストの低い多結晶を材料にして、技術力によって単結晶と変わらないレベルにまで発電効率を高め、コストパフォーマンスに優れたシステムを市場に提供していくことが、太陽光発電の普及促進につながると考えています。

実は、多結晶は使いこなすことが難しい素材なのですが、逆に言えば、多結晶で効率の高いシステムを作れる技術を確立できれば、単結晶はその応用に過ぎません。仮に単結晶シリコンの価格が低下し、利用しやすい状況になった場合でも、多結晶での高い技術があれば心配はありません。

多結晶太陽電池セルができるまで



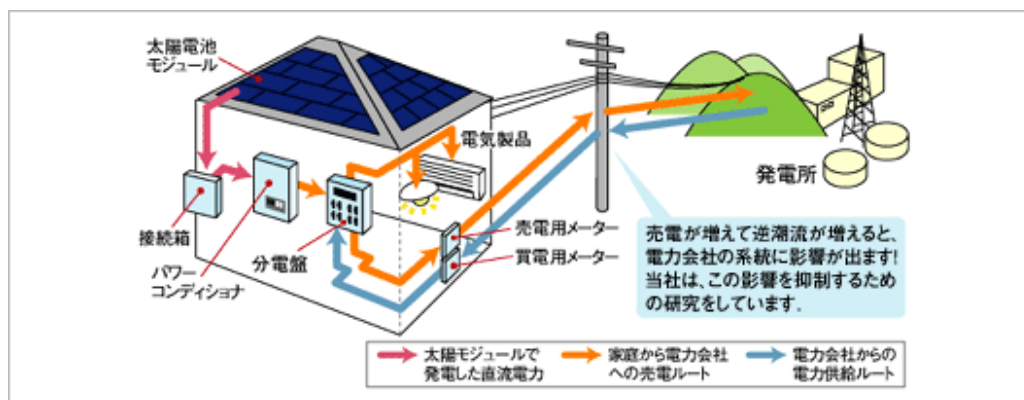
普及のための課題解決

電力品質の確保

売電時に電力系統の品質を乱さないための研究を推進中

太陽光発電システムで発電された電力は、分電盤を経て優先的に電気機器に送られますが、余った電力があれば電力会社の系統に電気を戻して(逆潮流)売ることができます。この売電は、太陽光発電システム導入のメリットの一つとなっています。しかし逆潮流は、もともと「一方通行」で流れていた系統のシステムにとっては「想定外」のこと。逆潮流させるためには系統よりもやや高い電圧を送り込まねばならず、また太陽光発電特有の波形の歪みなどが系統に悪影響を及ぼす可能性もあります。

家庭用の小電力システム(3kW)ではこうした問題はまず心配ないものの、ビルや工場などで必要とされる中・大電力システムの普及が進めば、この逆潮流電力が系統に与える影響も無視できなくなります。こうした視点から、政府や業界他社と共同で、系統の「電力品質」をできるだけ乱さないシステムの開発をめざした研究や実験を進めています。



普及のための課題解決

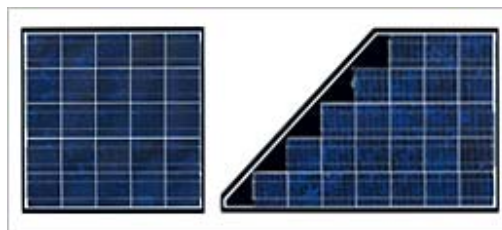
設置範囲の拡大

豪雪地域や塩害地域にも——設置範囲の拡大

太陽光発電システムの普及をめざして、モジュールの高性能化とともに、設置面での制約をできる限り少なくするための研究開発にも力を入れています。2007年には新開発の「プロテクションバー」によってモジュールの耐荷重をアップさせ、設置エリアの制限を「積雪1m以下」から「積雪1.5m以下」へと拡大しました。これによって従来設置の難しかった全国の豪雪地域436万世帯のうち、約半数のお宅に設置が可能になりました。またモジュールの裏面に耐候性・耐湿性・密閉性に優れた3層構造の「バックフィルム」を採用することで、海岸沿いなどこれまで塩害の心配があった地域でも使えるようになりました。



こうした設置エリアの拡大と同時に、モジュール形状の多様化も進めています。標準の縦横比1対2長方形モジュールに加えて、正方形モジュールや台形モジュールもラインアップ。切妻、寄棟、陸屋根など、さまざまな屋根形のある日本の住宅へ広く設置できるようにしています。



普及のための課題解決

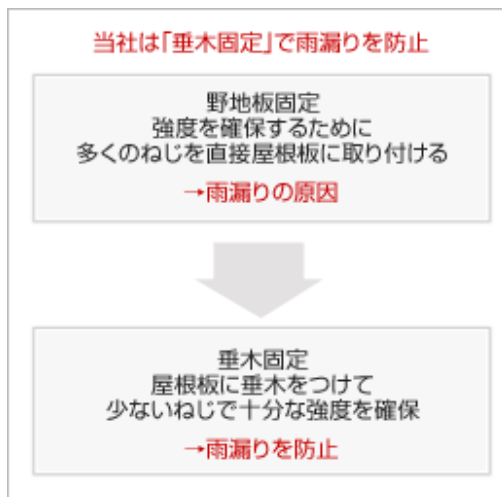
品質の追求

製品・販売・施工・サポートすべてでお客様から信頼される「最高品質」を追求

太陽光発電システムは安価な買い物ではありません。だからこそ、「よく発電し、トラブルがなく、設置後のサポートも万全」と、製品・施工・サービスのすべて揃ったシステムが望まれます。太陽光発電システムを普及させていくために、当社では製品品質はもちろん、販売、施工、サポート面でも「最高品質」を追求しています。

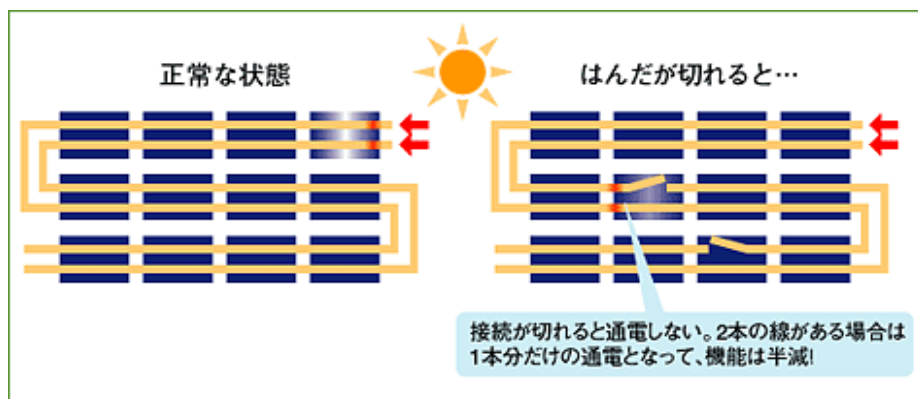
販売、施工については、全国の販売店や施工店に対して説明会や研修会を開き、お客様に正しくシステムを理解していただくための適切な情報提供と、信頼性の高い施工を指導しています。特に施工面では、雨漏りを防ぐために「垂木固定」を徹底し、当社の研修に合格した指定施工店が設置にあっています。また、お客様一人ひとりの設置条件やご要望に応じて最適なシステム設計提案ができるよう、独自に開発した設計支援ソフトを施工店にオンラインで無償提供。同システムを活用して設計・施工していただいた当社の太陽光発電システムに「10年保証」を実施しています。MPSの登録店は全国約1200店に上っており、順次拡大しています。

さらに、当社は業界で唯一、販売店・施工店向けの「三菱太陽光発電システム技術相談センター」を開設しており、問い合わせに的確な情報提供で対応しています。導入後のサポートについても、お問い合わせ専用のフリーダイヤルはもちろん、各都道府県に1ヶ所以上のサービスセンターを設置し、定期点検サービスをはじめとするきめ細かなサービスを提供しています。



太陽電池モジュールの信頼性を大きく高める「はんだづけ技術」

太陽電池モジュールは20年以上の長期にわたって屋根の上で使われる製品。万一不具合が生じると、修理や部品交換に大きな手間やコストがかかるため、長期にわたって長期にわたって故障のない、信頼性の高い製品づくりに努めています。信頼性向上の大きなポイントとなるのが「はんだづけ」の技術。太陽電池モジュールは40～50枚もの太陽電池セルを細い銅線で直列につないだ構造になっており、その接続が切れると電池として機能しなくなります。実際に太陽光発電システム故障の原因の大部分が「はんだづけ」の不具合によるものと言われています。ここで活躍するのが自社開発によるオリジナルの「自動はんだづけ装置」。そこには太陽電池モジュールを製造する中津川製作所が長年のモーター製造で培った独自の製造ノウハウが投入されており、信頼性の高い「はんだづけ」によって、長期間安心して使えるモジュールを製造しています。



普及のための課題解決

生産規模の拡大

急速な需要拡大に対応し生産規模を拡大 2011年度中に年間生産能力600MWへ

環境保全意識の高まり、原油高騰などを背景に、世界の太陽光発電システム市場は急速に拡大しています。当社では、2011年には世界市場規模が5,800MW程度(2008年3,100MW)になると見込んでおり、さらなる需要拡大が予測されます。

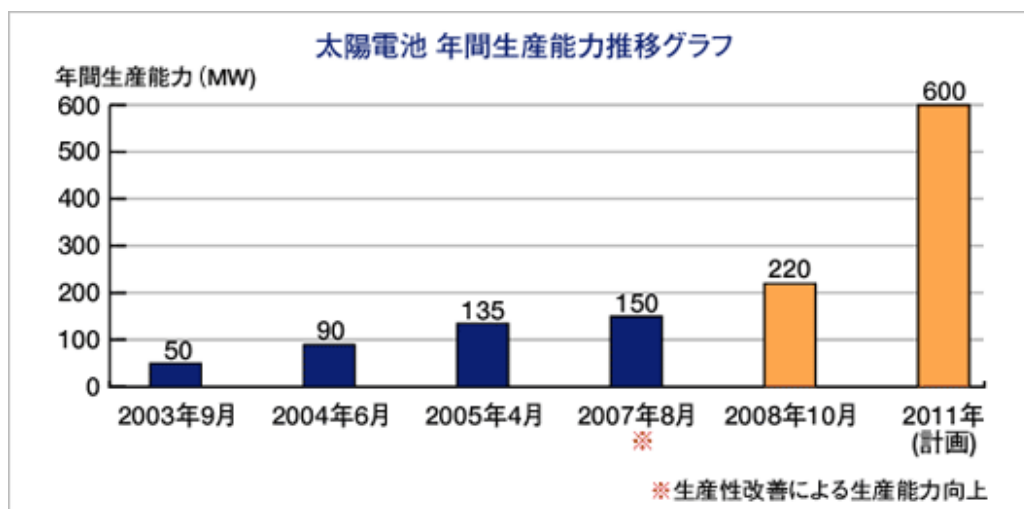
2009年4月現在、当社の太陽電池の年間生産能力は220MWですが、こうした旺盛な需要に応えるために、2011年度までに約500億円の設備投資を行い、中津川製作所の飯田工場(長野県飯田市)の太陽電池セル製造ラインと、京都工場(京都府長岡京市)の太陽電池モジュール製造ラインを増強、600MW体制の確立をめざします。この増強計画のはじめとして2009年12月に、飯田工場に太陽電池セル第2工場を完成させます。

地球温暖化防止に向けて、これからも生産能力の増強と太陽光発電システムの高効率化を追求し続けるとともに、普及促進に努めます。そして2015年には、太陽光発電事業によって35万トン相当※のCO₂削減効果をめざします。



太陽電池セル第2工場完成予想図

※ 2015年度に出荷する太陽電池が1年に発電する電力量をベースに計算したCO₂削減量。



担当責任者の声

技術担当責任者



当社は、電気の入口も出口も、通り道も心臓部も、すべて熟知し、太陽電池からパワーデバイス、電力系統に至るまで、太陽光発電システムに関する総合的な技術を保有している世界でも数少ないメーカーです。当社の太陽光発電システムは、CMなどでの露出が少ないこともあって一般にはそれほど知られていないかもしれませんが、使っていただいたお客様からはつねに高い評価をいただいています。自分で言うのも変かもしれませんが、当社は「真面目」で「正直」な会社です。ある定格基準を満たした製品を作る場合、「規定された数値をクリアすればそれで十分」という考えもあるでしょうが、当社はいつも「それだけでは十分じゃない」と考えます。開発でも製造でも必ず「自社基準」を作って実践します。太陽電池モジュールやパワーコンディショナについても、10年以上の経験の中で、何度も自社の試験規格や製造規格を作り直して厳しい基準のもとで開発に挑戦してきました。優れた品質を確保できるかどうかは、そうした自社基準をどれだけ持てるかにかかっていると思います。

営業担当責任者



太陽光発電システムへのニーズは世界的に高まっていますが、その中味は国や地域で微妙に異なります。補助金制度のある欧州各国、特にドイツなどでは太陽光発電に経済的メリットを求める人が多く、一方アジアでは無電化地域への電力供給手段としての需要が増大しています。そうした中、日本も2009年から補助金が再開され、2010年には新電力買取制度の導入が見込まれるなど、経済性の面から見て太陽光発電の導入を後押しする制度が充実してきました。しかし太陽光発電の一番のメリットは、やはり地球環境への貢献ではないかと思えます。CO₂の排出削減量で言えば、設置システム1kWあたりで年間330kgのCO₂排出削減効果があります。システム1台あたりの削減量は大きくはないかもしれませんが、日本のすべての家庭に太陽光発電が広がっていけば、環境省の提唱する「1人1日1キログラムの排出量削減」も実現可能になります。我々はこれからも高品質のシステムの提供とともに、地球温暖化防止に対する太陽光発電のメリットを広く理解していただき、このシステムをもっともっと普及させていこうと思えます。

お客様の声

株式会社ルネサス テクノロジ 高知事業所さま



太陽光発電は目に見える、
わかりやすい環境対策の一つ
従業員の環境意識も向上しました

株式会社ルネサス テクノロジ
高知事業所さま

半導体メーカーである当社は製造工程でエネルギーを比較的多く消費し、なおかつ温暖化係数の高いPFC(パーフルオロコンパウンド)ガスを使用します。このため当社は、従来から環境対策に積極的に取り組んできました。PFCの排出量削減については、業界目標を4年前倒しで2006年に達成し、現在もさらなる削減を目指しています。

こうした環境への取り組みを象徴的に社内外にアピールできることから、当社は環境省・高知県が推進し、LLP「よさこいメガソーラー」が県内で事業展開している「メガワットソーラー共同利用モデル事業」に協賛。高知事業所に100kWの太陽光発電システムを導入しました。



数ある太陽光発電メーカーの中から三菱電機製のシステムを選んだのは、発電効率、設置コスト、信頼性、サービスなどを総合的に判断してのことです。コスト面で厳しかったにもかかわらず、パネルの設置にあたって、防草用砂利の飛散防止のために間伐材を敷き詰めるなど、環境に配慮した提案をしてくださったので、美しい景観に仕上がりました。またPR用電光表示パネルについても、当社側の要望をできる限り取り入れていただけだったので非常に感謝しています。



2008年3月の稼働開始から、ソーラーパネルと発電量モニターなどを日々目にする中で、従業員の省エネ意識、環境意識は一段と高まったと感じています。また、本システムの導入は地方版の新聞4紙やTVニュースに大きく取り上げられ、地元の問題を集めたことで、当社の環境PRに大いに貢献しうる事業となりました。

本システムの契約期間は15年間と長期にわたります。三菱電機さんには、管理や保全において、変わらぬ真摯な対応をお願いします。そして、今後も継続的に研究開発を進められることで、太陽光発電

システムがさらに低価格化するとともにコスト対効果が向上し、広く社会に浸透していくことを期待しています。

リビルドと開発で環境対応

自動車大国アメリカにおける 自動車機器事業の取り組み

燃料を消費し、ガスを排出する自動車は地球温暖化に大きな影響を与えます。自動車機器のリーディング企業として、世界中に多くの製品を提供している当社にとって、自動車の環境負荷を低減することは重要な責務です。

この特集では、世界一の自動車大国アメリカにおいて、当社の自動車機器事業が進めている最新の取り組みを「地球温暖化防止」と「リサイクルの推進」の両面から取り上げます。

「リビルド事業」はリサイクル事業



古くなった自動車機器を新品同様に再生(リサイクル)する、カリフォルニア州での「リビルド事業」を紹介します。

[詳細はこちら](#)

日米連携で 最先端のオルタネータを供給



高効率と軽量化によって自動車の燃費低減に貢献するオルタネータ。その開発最前線と米国に向けた生産の「現在」をレポートします。

[詳細はこちら](#)

米国拠点での廃棄物削減の取り組み

ゼロエミッション達成を間近に控えた米国拠点における「廃棄物の有価物化」に向けた取り組みをお伝えします。

[詳細はこちら](#)

リビルド事業はリサイクル事業



自動車機器の「リビルド＝再生」を推進して循環型社会の形成に貢献

当社は、アメリカ・カリフォルニア州のオレンジカウンティにある MEAA-OC (Mitsubishi Electric Automotive America - Orange County) にて、スタータやオルタネータなど自動車電装品のリビルド事業を展開しています。

スタータは、エンジンを始動するための「最初のひと回り」を外から行うモータです。例えば、小さな芝刈り機などでは、ひもを引いて始動しますが、それと同じ役割を担うものです。

オルタネータは「発電機」です。自動車には多くの「電気機器」が搭載されていますが、これらに電気を供給するためにはバッテリーだけでは電力不足。そこで発電機、オルタネータの搭載が不可欠なのです。

自動車を5年、10年と使用していると、過酷な環境や使用条件によっては部品が傷んだり、性能がダウンしたりすることがあります。オルタネータやスタータも例外ではありません。しかし、「オルタネータが壊れた」と交換したものの、実は電極部分が腐食しているだけだったり、浸水で摺動部分が磨耗しているだけだったりなど、問題があるのは構造の中の一部だけ、というケースが多く見られます。それならば、壊れた部分を交換して新品同様に再生し、もとの機能をよみがえらせようというのが「リビルド」の考え方です。

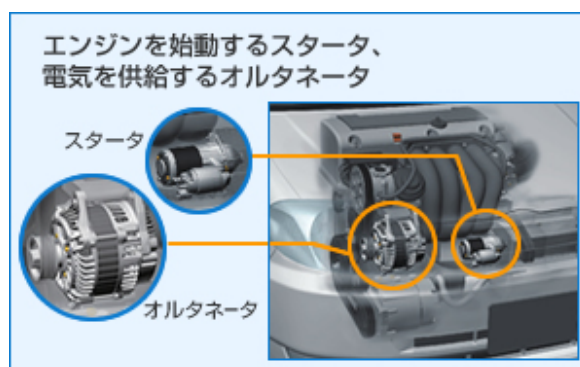
当社は現在、アメリカ本土に4ヵ所の製造・販売拠点を設けて自動車機器事業を展開していますが、最初の拠点がこのカリフォルニアで、1979年から約30年に渡ってリビルド事業を続けてきました。現在はリビルドする製品も増加し、普通車用はもちろん、小型車用、ヘビーデューティと呼ばれる大型車用などに、幅広くリビルド品を提供しています。また、回収した製品(コア※)からは今後の改善に役立つさまざまな情報を得ることができ、こうした情報は定期的に日本の開発拠点へフィードバックされています。

新たな資源投入量を減らすことができるリビルドは、循環型社会の形成に役立つ事業です。当社は、自動車メーカー様から回収した「自社製のオルタネータ」を、「自社製のパーツ」で再生しており、「リビルドでありながら純正品」というスタイルを確立。高い性能と品質により自動車メーカー様からの厚い信頼を得て、リビルド事業を拡大しています。

※ コア：故障などにより交換対象となった古いオルタネータやスタータ。



MEAA-OC (カリフォルニア州)



MEAA-OCにおける金属資源量の削減効果（2008年度生産分）

	1台あたりの平均削減資源量 (kg)			月間の リビルド台数	年間の削減資源量(t)		
	アルミニウム	鉄	銅		アルミニウム	鉄	銅
スタータ	0.50	2.25	0.57	1,822	10.93	49.17	12.39
オルタネータ	0.94	2.96	0.90	1,484	16.68	52.77	16.11
年間合計(t)=					27.6	101.9	28.5

オルタネータが「リビルド」されるまで

例えば、自動車メーカー様から回収したオルタネータは、以下のような手順でリビルドしています。



現地スタッフの「やる気」と「アイデア」がMEAA-OCの求心力です



MEAA-OC ゼネラル・マネージャー 片島 正

私は姫路製作所で長らく回転機的设计、品質に従事した後、メイソンの工場を経て、5年前にMEAA-OC(以下OC)に赴任しました。現在、OCのリビルド事業は着実に伸びています。生産性も大幅に向上し、供給能力も品質も安定軌道に乗っています。これを支えているのが現地スタッフのモチベーションの高さ。みなOCで働くことを誇りに思ってくれているのが伝わってきます。

例えば、毎朝の定例ミーティングなどの場で、現場のマネージャーたちから画期的な改善提案があがることも多く、生産性や品質の向上に役立つアイデアが次々に出てきます。その積極的な姿勢は、リサイクルや省エネなど環境負荷低減活動においても同じです。カリフォルニアはかつて大気汚染などに苦しみ、そのために1970年代の有名な「マスクー法」をはじめ、さまざまな排ガス対策を打ち出してきました。現在でも、環境対策を柱とするオバマ政権のもと、環境関連の法規制や助成政策に関して全米をリードする州です。そんなカリフォルニアに位置するOCだからこそ、スタッフの一人ひとりが育ててきた環境意識が日々の環境活動にも活かされているのだと思います。

私は、スタッフのこうしたモチベーションや意識の高さを最大限に活用することが自分のミッションであると思っています。一人ひとりの意見やアイデアに耳を傾け、日本との橋渡しをして、彼らを手助けすることでリビルド事業を発展させ、OCで働く人々の満足度も高めていく。そんなWin-Winの関係を続けていきたいと考えています。



明るくパワフルな「カリフォルニアっ子」揃いのOCの面々

日米連携で最先端のオルタネータを供給

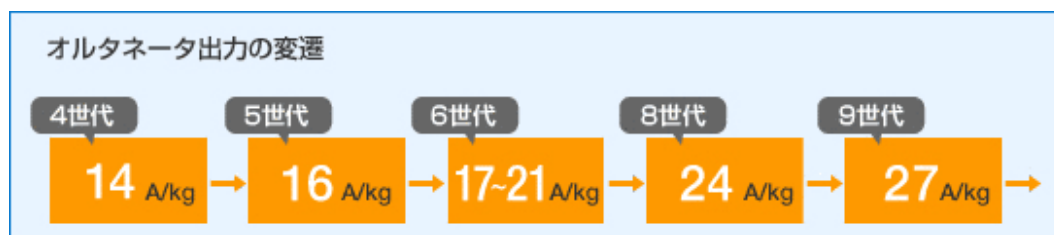


自動車機器の環境性能向上で地球温暖化防止へ——自動車機器のR&D

自動車機器を多くの自動車メーカー様に提供する当社は、「高出力・高効率化」と「小型・軽量化」によって燃費低減に貢献しています。中でもオルタネータについては、自動車に搭載される機器の電動化が進むにつれ、さらなる効率向上が課題となっています。オルタネータやスタータの開発を一手に担っているのは、日本の姫路製作所。アメリカだけでなく世界の自動車メーカー様共通の要求である「小型・高出力・高効率」に応え、それぞれの車種や必要な電力量に応じた最適設計を行うマザー工場としての機能をここに集約しています。

姫路製作所では1960年代からオルタネータの開発を始め、高出力・高効率化を進めてきました。現在普及している第6世代、第8世代の機種に加え、2006年には第9世代の開発を成し遂げました(下図参照)。“自動車機器の電動化が進めば、必要な電力量も増える、しかし小型化もしたい”、そんなリクエストに応えた第9世代は、ポキポキモータ※を応用したコイル密度を向上させる工法を採用し、発電部分の形状の最適化と小型・高出力・高効率化を実現。さらに、高出力と静粛性を両立するなど、当社の「ものづくり」の歴史で培った技術力を発揮して、時代の要求に的確に応える製品を生み出しています。

※ ポキポキモータ: 鉄心と鉄心の間を広げてコイルを巻くことで高密度化を実現したモータ。



日・米拠点の連携によって、環境によい製品の普及を拡大

当社は、「高出力・高効率」のオルタネータやスタータを姫路製作所で開発していますが、このうち米国向け機種生産はオハイオ州メイソンのMEAA-MSN(Mitsubishi Electric Automotive America - Mason)で行われています。

環境対応で遅れをとっていた米国の自動車産業は、現在、オバマ新政権が掲げる環境政策、「グリーン・ニューディール」の影響もあり、自動車の小型化や燃費低減、さらにはハイブリッド車や電気自動車の開発へと舵を切ろうとしています。このような状況の中、当社には、燃費低減に有効な高出力・高効率のオルタネータ、小型・軽量のスタータを幅広い車種に供給できる数少ないメーカーとしての期待が寄せられています。

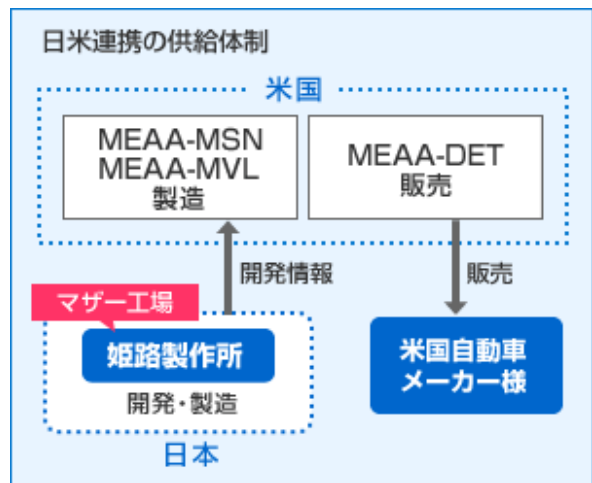
また、当社は「フルサポート・サプライヤー」として、開発の初期段階から自動車メーカー様とともに取り組み、生産・供給・補用・リビルドに至るまでフルレンジのサービスを行っています。高効率化等によって環境負荷の軽減に貢献する自動車機器を全米に拡販するMEAA(-DET※1, -MSN, -MVL※2)、省資源化に有効なリビルドを推進するMEAA-OC——。当社は、OEM製品提供とリサイクル品提供の両輪で、これからも米国の自動車環境負荷対策を支えています。

※1 MEAA-DET(Mitsubishi Electric Automotive America-Detroit):ミシガン州デトロイト。

※2 MEAA-MVL(Mitsubishi Electric Automotive America-Maysville):ケンタッキー州メイズビル。



メイソン工場(オハイオ州)

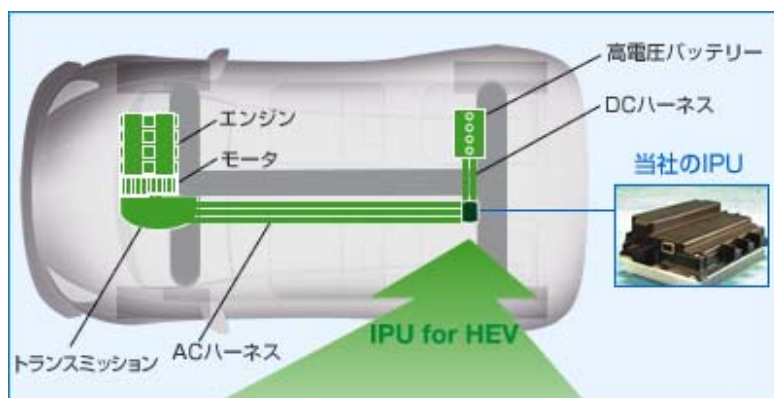


ハイブリッド電気自動車の普及にも貢献

「環境対策の現実的選択」として注目されるHEV(ハイブリッド電気自動車)。ここにも当社のインバータが導入されています。インバータは、バッテリーのDC(直流)電力をAC(交流)電力に変換すると同時に、モータの回転数を最適に調整する働きがあり、省エネに貢献します。ガソリンエンジンの運転比率を下げるために電気モータを用いるHEVでは、モータやバッテリーの容量を大きくし、また調整範囲も広くする必要があります。その分、通常の機器よりも小型・高効率化への要求はシビアになります。

HEVのバッテリーとモータとの間に設置され、バッテリーのDC電力をAC電力に変換してモータに供給する「DC/ACインバータユニット」として、当社のIPU(Intelligent Power Unit)※が自動車メーカー様に採用されています。最近では、多くの注目を集めている本田技研工業様の「インサイト」にも搭載されました。HEVや電気自動車は、今後世界中の自動車メーカー様が開発に力を入れていく分野。当社はこれからも自動車機器と半導体の技術を磨き、自動車メーカー様の多様なリクエストに応えることで、自動車の環境配慮に貢献していきます。

※ 当社のIPU(Intelligent Power Unit)：本田技研工業様ではIU(Intelligent Inverter Unit)と呼ばれています。



目立たないけど環境に貢献。「EGRバルブ」にも当社ならではの技術力

EGRバルブとは、簡単に言うと排気ガスをエンジンの燃焼室に戻す量をコントロールする装置。ディーゼルエンジンではNOxの削減に一役買い、ガソリンエンジンでは、ピストンが上下するときのエネルギーロス(ポンピングロス)を解消し、燃費低減を助けます。

EGRバルブには、アクセルの踏み具合やエンジンの回転数に連動し、ガスの供給量をすばやくかつ細かくコントロールできることが求められます。当社はそうした要望をクリアし、ディーゼル車用として出力・応答性に優れたDCモータ式EGRバルブ、ガソリン車用として小型で安価なステップモータ式EGRバルブを提供。当社の技術力は自動車のあらゆる部分に活かされ、環境負荷の低減に貢献しているのです。



DCブラシレスモータ式

ステップモータ式

[自動車機器サイトはこちら](#)
[環境技術図鑑\(EGRバルブ\)](#)



姫路製作所 所長
大橋 豊

自動車機器メーカーとして社会にどのように貢献できるかを考えると、エンジンから出力エネルギーを効率的に引き出す製品、そして、引き出したエネルギーを効率的に使うことのできる製品を開発・供給することだと思います。それを実現することは、自動車メーカー様、ひいては、自動車を購入されるエンドユーザーの方々にも満足を提供することになるからです。

また近年は、ハイブリッド車が注目を集めていますが、この分野では当社の強みであるパワーエレクトロニクス技術が発揮できます。半導体デバイス設計、回路設計、構造設計などをいかに車載用に最適化するかが今後の腕の見せどころです。人と環境にやさしい21世紀の自動車社会の創造に貢献するべく、今後も技術の研鑽に励んでまいります。



姫路製作所
回転機第一製造部 部長
谷本 晋吾

姫路製作所では、1960年代からオルタネータの開発を行っており、「お客様の要求に徹底的に応える」ことを一貫して追求してきました。この姿勢が技術力に磨きをかけ、信頼性の高い競争力のある電装品を生み出している源だと思います。今後いっそうの高効率化が求められる中、我々の得意とする要素技術開発力と生産技術力でブレイクスルーを達成したいと思えます。

米国拠点での廃棄物削減への取り組み

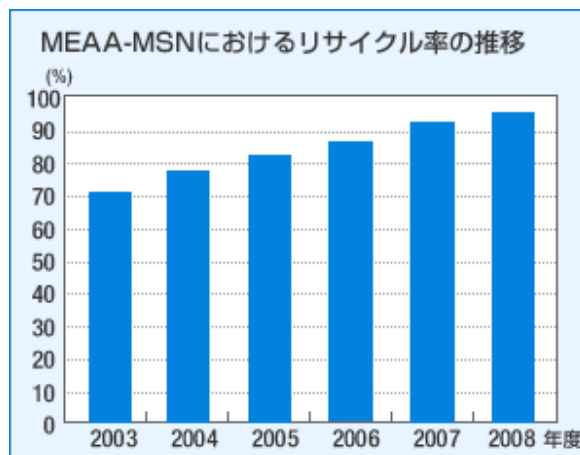


ゼロエミッションまであと一歩！MEAA-MSNの取り組み

オルタネータやスタータを生産するMEAA-MSN※。日本から送られてくるパーツや、現地で調達する部品などはすべて、緩衝材にくるまれ、段ボールの箱に収まって納品されます。また、製造工程においては、コイルなどの金属も使用しています。この10年ほどの間、これら段ボール、発泡スチロール、金属片といった廃棄物の最終埋立量を削減することがMEAA-MSNにおける課題でした。

これら廃棄物を単に「ゴミ」と考えるならお金を払って処分しなければなりませんが、それではコストがかかってしまうだけでなく、最終埋立量を減らすことにもつながりません。そこでMEAA-MSNでは、廃棄物の「有価物化」——つまり「売れるゴミ」にすることに注力しました。「ゴミ」ではなく「資源」として、「商品」として、リサイクル業者に引き取ってもらうための仕組みを構築し、さまざまな工夫を考えたのです。さらに作業で使った手袋や書類、メモに至るまで徹底的に「再資源化」を進めた結果、MEAA-MSNは2010年までに「ゼロエミッション」＝「廃棄物ゼロ」を達成できる見通しになっています。

※ MEAA-MSN(Mitsubishi Electric Automotive America - Mason)：オハイオ州メイソン。



MEAA-MSNでの取り組み事例



リサイクルボックスの設置



発泡スチロールの圧縮



金属の分別



段ボール圧縮機

「エコノミー＝エコロジー」で環境意識を浸透させています



MEAA-MSN 環境安全衛生担当
スコット・ステファンソン

私は、環境ISOの担当も含めて10年以上、MEAA-MSNの環境負荷削減に取り組んできました。この間、MEAA-MSNにおける最大の課題は、廃棄物の最終埋立処分量を削減することにあります。私たちはさまざまな工夫でリサイクルを実践してきましたが、こうした活動を定着させるうえで重要なのは、現場スタッフの「リサイクル意識」を高めることでした。そこで私たち環境安全衛生部門では、年に1回のスタッフ向け環境研修で、「日々の生産活動の中で環境負荷を削減することが利益を生む」、すなわち「エコノミー＝エコロジー」という実利的なアプローチについて教育し、「リサイクルは大切」という認識を浸透させてきました。その結果、リサイクルに対する意識は変化し、現在ではスタッフから「これもリサイクルできるのでは？」といったアイデアも出るようになりました。

「環境ビジョン2021」の考え方は、重要なテーマをシンプルでわかりやすく示していると思います。現在、MEAA-MSN、MEAA-MVLでは、四半期に1回のマネジメント・レビューを実施するなど、環境負荷の低減を全社的な活動として位置づけていますが、今後は現場のスタッフにも環境ビジョンの考え方を浸透させ、ゼロエミッションの次のゴールに向かって活動を継続していきたいと考えています。



環境カレンダー

MEAA-MSNで働くスタッフの子供たちが環境をテーマにして描いた絵をカレンダーにしました



廃材から計算機

スタッフのアイデアで生まれた廃材を使った計算機。地元の小学校で使われています



廃材でバードハウス

工場から出る廃材を使ってバードハウスを作成。ムラサキツバメが巣作りを始めました

廃プラ再生の超先端！

混合破碎プラスチックの高純度選別技術が可能にする
大規模・高純度プラスチックリサイクル



家電製品業界では、使用済み家電製品から回収された廃プラスチックを、再び製品に使用して新規資源の投入抑制を図るリサイクルの取り組みが進展しています。こうした中、当社は、廃プラスチックの「回収技術」「回収量」「再生品質」において常に最高レベルをめざし、成果をあげ続けています。ここでは、これら「廃プラ再生の超先端」について、ご紹介します。

「大規模・高純度プラスチックリサイクル」の実現へ

独自開発の混合破碎プラスチックの高純度選別技術を駆使して、「100%リサイクル材料による自己循環」をめざす当社の取り組みをご紹介します。

プラスチックの「選別」技術

混合プラスチックを“高純度”に選別するプロセスをご紹介します。

プラスチックの「改質」技術

新材と同等の品質をもつリサイクル材料を作りだす改質技術をご紹介します。

再生プラスチック材料の「製品への利用」

家電製品から回収したリサイクル材料を100%利用した事例と、技術者の声をご紹介します。

「大規模・高純度プラスチックリサイクル」の実現へ



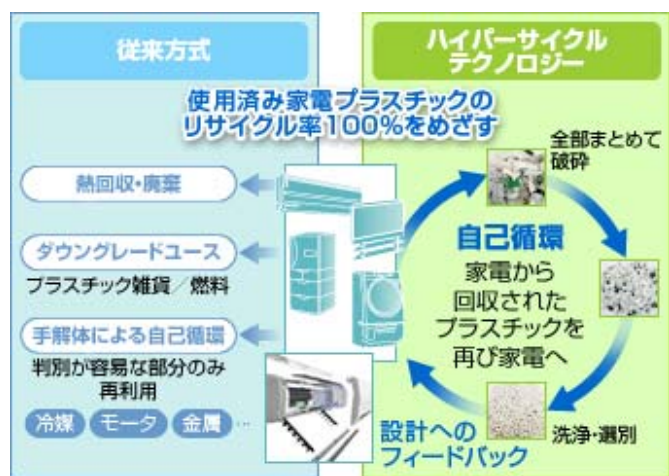
めざすのは、「100%リサイクル材料による自己循環」

使用済み家電製品から回収したプラスチックのリサイクルは、雑貨品や擬木などに再利用する「ダウングレード」が一般的です。しかしそれでは新しい家電製品を作るために、限りある資源を次々と「消費」していかなければなりません。製品から回収された大切な“資源(材料)”であるプラスチック材料を、再び自社製品に利用する…この「自己循環」が、今求められています。

従来のプラスチックリサイクルの多くは、目視による選別が比較的容易な単一素材のプラスチック部品に限られていました。しかも選別と回収は手作業で行うため、回収製品から取り出せるプラスチックは全体の10%程度であり、残りは混合破碎後、焼却・埋立処理されていました。

当社が目標としているのは「100%リサイクル材料による自己循環」です。そこで、新材を使わずに100%リサイクル材料の利用を実現するため、高品質な再生プラスチックを生み出すリサイクル技術の研究・開発に取り組み、これまでリサイクルが難しかった「混合破碎プラスチック」から再生可能な材料を自動選別・回収し、製品へ利用することに挑戦したのです。

当社がめざす「自己循環」 ハイパーサイクルテクノロジー

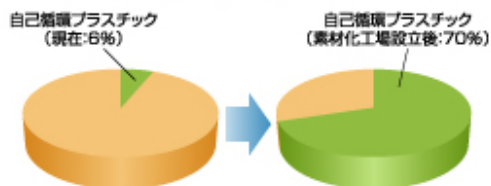


壁を破った「混合破碎プラスチックの高純度選別技術」で 日本初の「大規模・高純度プラスチックリサイクル」を可能に

家電製品に用いられる主なプラスチックは、①PP(ポリプロピレン)、②PS(ポリスチレン)、③ABS(アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン)です。当社は、これらが混合した状態から、それぞれを99%以上という高純度で回収することに成功。それを可能にしたのは、独自の比重選別技術と静電選別技術です。水より軽いPPは比重選別技術によって、水より重く比重差では選別できないABSとPSは帯電性質の違いを利用して選別できるようにしたのです。(次ページで選別技術を詳しくご紹介します)

素材化工場における 大規模・高純度マテリアルリサイクル

現在の10倍以上のプラスチックを
自己循環リサイクルへ



(※)ハイパーサイクルシステムズで発生するプラスチック全量(10,000トン)に対する自己循環プラスチックリサイクル比率

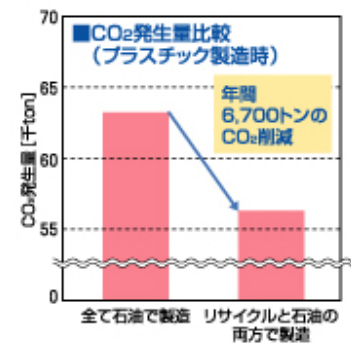
当社は過去、家電リサイクルプラントである(株)ハイパーサイクルシステムズで発生するプラスチックの全重量約10,000トンのうち6%にあたる年間約600トンを自社の家電製品に再利用してきましたが、今後は、新たに年間約6,400トン(合計7,000トン)を自己循環できるようになります。これは、日本初の「大規模・高純度プラスチックリサイクル」です。

[ハイパーサイクルシステムズでの製品リサイクルの詳細](#)



「大規模・高純度プラスチックリサイクル」で年間6,700トンのCO₂を削減

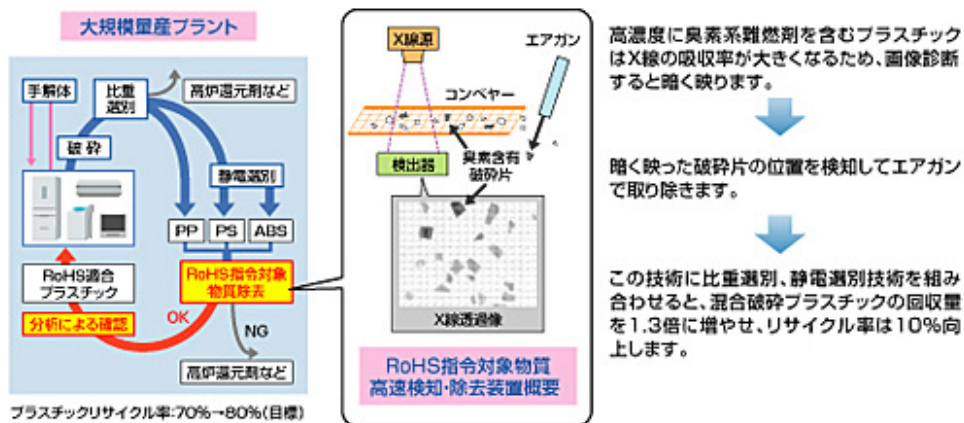
当社は、「環境ビジョン2021」において家電リサイクル3R(リデュース、リユース、リサイクル)推進の柱として位置付けています。混合破砕プラスチックから主要3大プラスチックを「自己循環リサイクル」する大規模・高純度プラスチックリサイクルは、家電事業で使用する主要3大プラスチックを約18%削減することになります。これは、新しいプラスチックの製造抑制につながり、そのCO₂削減効果は年間6,700トンにのぼります(当社試算)。当社が拓いた自己循環リサイクルの新たな局面は、廃棄物ゼロへの推進力になるとともに、地球温暖化防止にも貢献します。



TOPICS

プラスチックリサイクル量をさらに拡大するために 混合破砕プラスチックから“RoHS指令※対象物質”を 高速に取り除く技術開発にも成功！

混合破砕プラスチックを選別する際に、ごく少量ながら高濃度の臭素を含んだ難燃仕様のプラスチック破砕片が混入する場合があります。しかし、リサイクルプラスチックを家電製品に再利用するにはRoHS指令への対応が必須。現在は、「難燃仕様のプラスチックは比重が大きい」という性質を利用して、比重選別の上限值を小さく設定して該当物質を除去しているものの、その分、回収量を増やすことは難しいとされていました。当社は2009年2月、高純度を選別・回収したPP、PS、ABSからRoHS指令対象物質の臭素系難燃剤を高速に自動で検知して除去できる新技術の開発にも成功。2010年に家電製品リサイクルプラントの量産ラインに適用する予定です。



※ RoHS指令: 電気・電子機器に含まれる特定有害物質の使用制限に関する指令。鉛、水銀、カドミウム、六価クロム、ポリ臭化ジフェニル、ポリ臭化ジフェニルエーテルの6種類の有害物質の使用が制限されており、カドミウムは0.01wt%(均質材料ベースの含有率)未満、その他は0.1wt%未満の含有率にしなければならない。

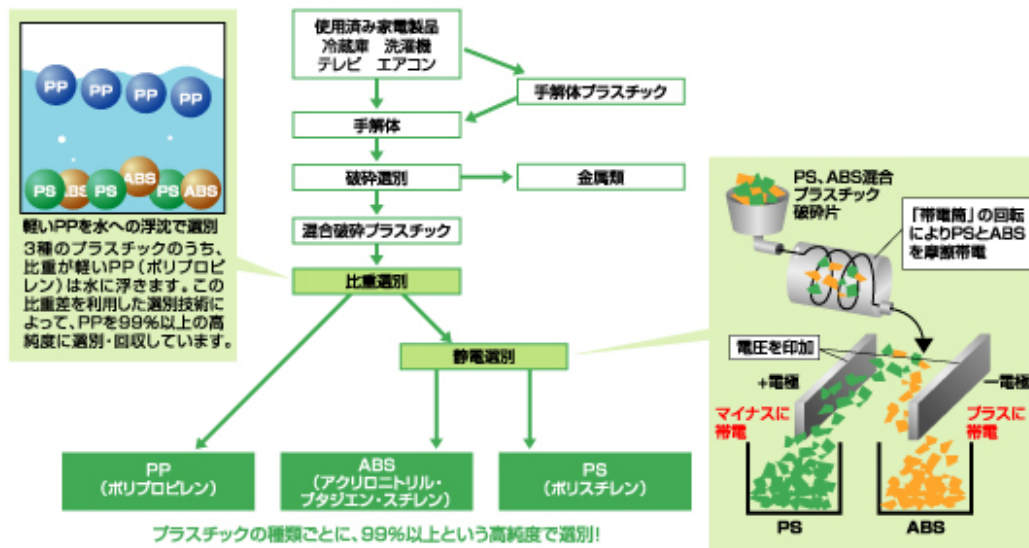
プラスチックの「選別」技術



高純度・高回収率の「選別」を実現

「自己循環リサイクル」を実現するには、まず、回収した使用済み製品から使えるプラスチックを選り分ける必要があります。当社は、これまで選別が難しかった破砕混合プラスチックの中から、各素材の特性に応じて選別する方法を独自に開発、高純度・高回収率の「選別」を実現しています。

混合プラスチックを“高純度”に選別するプロセス



プラスチックの「改質」技術

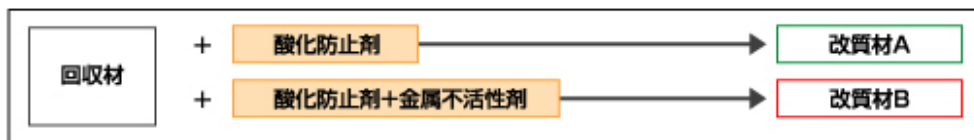
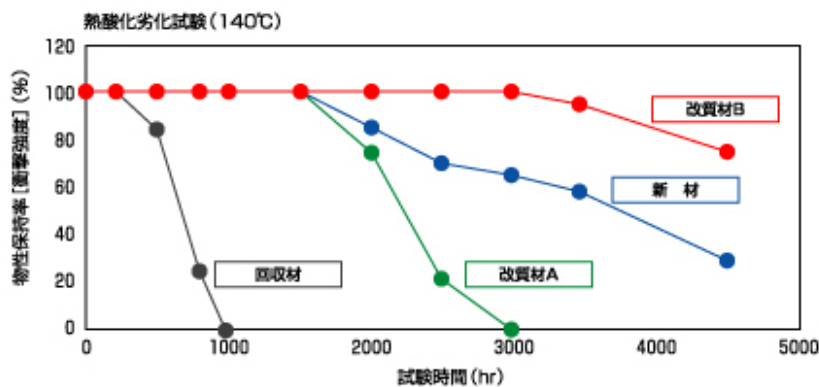


新材と同等の再生プラスチックへ

再生プラスチック材料を家電製品に利用するために満たすべき条件は、「高品質のリサイクル材料」を作ること。品質確保のポイントとなる「高純度」は、独自の選別技術によってほぼ解決できました。しかし、プラスチック材料は、時間の経過とともに酸化などによって品質が劣化する場合があります。そのため、長期間の耐久性を必要とする家電製品にはそのまま使用することができず、「ダウングレード品」へ再利用されることが一般的でした。

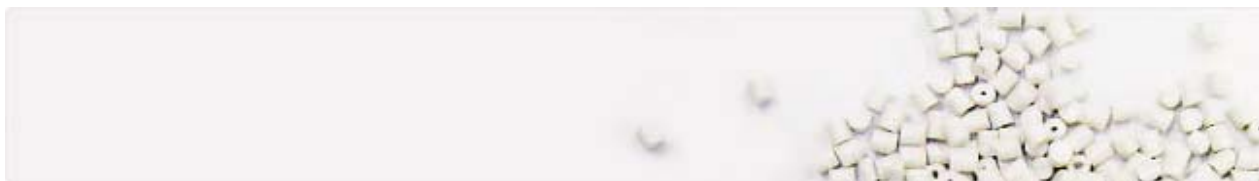
この問題を解決するため、当社では、回収されるプラスチック材料の余寿命を定量化するとともに、リサイクル材料の劣化を防止する添加剤を最適に配合する「改質処方」を新たに設計。新材と同等の品質をもつリサイクル材料を作りだすことに成功しました。さらに、新材と同等の耐久性や、難燃性など新たな機能の追加も可能になりました。こうして私たちは独自の改質技術によってリサイクル品の品質への不安を解消しただけでなく、リサイクル材料の持つ可能性を大きく拡大したのです。

リサイクルPP(ポリプロピレン)の「加速試験」結果



※加速試験とは、製品を市場の負荷条件を模擬した過酷な条件下に置き、意図的に劣化を進めて製品寿命を検証する試験。

再生プラスチック材料の「製品への利用」



再生プラスチックはこんなところに使われています

冷蔵庫ドレンパン



食器洗い乾燥機下部カバー



**大きな可能性をもつプラスチックリサイクル。
これからも創意工夫を重ね、技術を磨いていきます。**

2008年12月に開催されたエコプロダクツ展で、プラスチックリサイクルの取り組みを紹介したところ、大きな反響を呼びました。多くの質問が寄せられましたが、一番多かったのは「価格」についての質問です。近年はリサイクル品が生活に浸透しつつありますが、大勢の方が「エコ製品は少し高い」という印象をお持ちのようですね。当社は普及に向けてできるだけ安いコストで実現できるよう挑戦してきた結果、新材と同等か、少し安いぐらいのコストを実現しました。このことをお話すると皆さん驚いておられました。



リサイクルシステムグループ

藤崎 克己



大勢の関心を集めたエコプロダクツ展・プラスチックリサイクルブースの様子

次に多かった質問は、「どうやって選別しているのか」ということでした。水と静電気をつかって選別する仕組みを簡単な実験を通じて説明したのですが、水も静電気も身近なものだけに感心される方が多かったですね。また、子どもたちは実験に興味津々。理科ばなれが進んでいると言われますが、ちょっとしたことをきっかけに親しんでくれるようになればと思います。

プラスチックリサイクル技術には、大きな可能性があります。私たちは日々その可能性を開発し、できることを少しずつ増やしてきました。今回、展示会でその一部を紹介したことで、多くの人々に出会い、関心の高さを直に感じることができました。これからも、創意工夫を重ね、技術を磨いて、豊かな地球環境の未来づくりに貢献していきたいと思えます。

地区連携でゼロエミ！



「環境ビジョン2021」では、循環型社会の形成に向け、製品の3R(リデュース、リユース、リサイクル)推進と並んでゼロエミッションへの挑戦を掲げています。廃棄物の直接埋め立てゼロを実現するには、廃棄物の効率的な再利用・再資源化が不可欠です。当社では、環境担当者たちの発案によって実現した「複数の地区の連携によるリサイクル」を2007年6月からスタートさせました。この取り組みは、業界でも極めて珍しい地域を越えた廃棄物リサイクルの先進事例として注目されています。

リサイクルシステム誕生ストーリー

教育研修で出会った環境担当者たちが作り上げた、どこにも前例のないリサイクルシステム。どのような経緯を経て実現したのか、その全容をご紹介します。

リサイクル事例

クッション材、発泡スチロール、廃食用油のリサイクルに関する地区連携を、リサイクル物流の仕組みとあわせてご紹介します。

今後の展開

環境キーパーソンたちがリサイクルへの想い、今後の抱負を語ります。

リサイクルシステム誕生ストーリー

連携のはじまりは、環境キーパーソン教育での交流

環境管理に長く携わってきたエキスパート層の定年退職時期が迫った2004年、当社は今後の環境管理で中心的な役割を担う人材を育成するために「環境キーパーソン教育」を開始しました。この教育研修の場が、地区の垣根を越えたリサイクル活動のきっかけになりました。

それまであまり交流のなかった各製作所の環境キーパーソンたちは、研修の合間の会話を通して互いの課題に共通点が多いことを知り、職場が地理的に近い関西圏のキーパーソンが情報交換のための「環境担当者連絡会」を発足させました。最初の「連絡会」の開催は2005年4月。それぞれの活動実態や独自ノウハウなどを紹介し合ううち、廃棄物処理が話題の中心に。やがて、廃棄物処理業者の管理の効率化に始まり「いかにして廃棄物を減らすか」という本質的なテーマへと移っていきました。

関西地区廃棄物リサイクルワーキンググループが発足

当時すでに各製作所とも廃棄物の種類ごとにその処理方法を確立しており、改善の余地はあまりないように思われましたが、製作所ごとに種類や量が異なること、さらにある製作所では「廃棄物」であるものが、別の製作所では「資材」として購入されていることなどが判明するにつれ、互いに協力することの重要性を確認しました。そして2005年4月、連絡会を母体に「関西地区廃棄物リサイクルワーキンググループ(以下リサイクルWG)」が発足。それは当社でも初めてのリサイクルをテーマにした複数製作所間の横断型プロジェクトチームでした。

「クッション材」のリユースから、さまざまな廃棄物のリサイクルへ

リサイクルWGの活動として、すぐに実現可能と思われたのは、「クッション材」のリユースでした。社会・公共向けプラント施設などの大型製品を製造する神戸地区で、部品を梱包するクッション材の廃棄物が毎月大量に発生している一方、車両用電機品を作る伊丹製作所では、製品出荷用に大量のクッション材を必要としていました。そして、2006年6月、神戸から伊丹へのクッション材の供給を開始。製作所連携型リサイクルの第一歩が踏みだされたのです。

このクッション材リユースプロジェクトは、やがて北伊丹、姫路、赤穂製作所とも連携した「シート廃プラ」や「発泡スチロール」のリサイクル活動へと進展。各製作所の廃棄物を一カ所に集めて圧縮・減容化し、外部で再生プラスチック製品化する動きへと発展していきました。さらに、食堂の廃食油を使って「バイオディーゼルフューエル(軽油燃料)」を製造し、フォークリフトの燃料として使うというアイデアも実現しました。



無駄を省いたリサイクル物流システムの構築

「何をどこに運び、どこで処理すれば効率化できるか」。廃棄物のリユース、リサイクルの全体像が見えてきた後に検討されたのは、運搬時におけるCO₂排出削減でした。さまざまな案を検討した結果、神戸と伊丹・北伊丹間については、神戸が委託する廃棄物運搬業者と「チャーター便」契約を結び、神戸ー伊丹ー北伊丹の間を空車で移動することのないような輸送ルートを構築。また、往路に積むものがない赤穂や姫路へは、神戸から姫路や赤穂の得意先へ向かう輸送便の業者に依頼して、帰路にシート廃プラと廃発泡スチロールを積み込むようにしました。

このような経過を経て2007年6月、関西地区の5つの製作所が連携した、環境に配慮した物流システムで資源の有効活用を推進するリサイクルの仕組みが完成。このシステムは外部からも高い評価を受け、「平成20年度3R功労者等表彰」において会長賞を受賞しました。また、この取り組みを広く周知するために、赤穂市環境フェア2008に出展したほか、神戸市が主催する「まち工場クイズバスツアー」にて、ご来場の市民の皆様に関西地区でのリサイクル事例を紹介するなど、積極的に情報を発信しています。

リサイクルの新しい可能性を拓く仕組みとして注目を集めているリサイクル物流システム。その後、2008年11月には九州地区でもワーキンググループを立ち上げるなど、リサイクルの輪を広げる活動を進めています。



リサイクル事例



クッション材のリサイクル

神戸と北伊丹で不要となった「クッション材」は、伊丹製作所に引き取られ、製品出荷用の梱包材としてリユースされています。神戸から伊丹に運ぶのは独自の「チャーター便」。復路では伊丹で出たシート廃プラと廃発泡スチロールを積んで帰ります。北伊丹を経由するルートでは、北伊丹でクッション材、シート廃プラ、廃発泡スチロールを積み、伊丹でクッション材を降ろし、伊丹のシート廃プラ・廃発泡スチロールを積んで戻るといった流れです。このシステムによって伊丹ではクッション材の購入量が約2分の1になり、コストと資源の節約を実現しています。



半導体・デバイス事業本部
半導体・デバイス業務統括部生産システム部 環境推進課
佐々木 玄一郎

北伊丹では従来、廃棄物について「半導体の廃棄物」という発想でしかとらえていなかったのですが、今回の経験で半導体の狭い世界だけで考えるのではなく、「みんなで考える」ことの大切さに気づかされました。このリサイクルシステムは半導体業界でも注目を集めています。今年(2008)2月には「JEITA」の国際会議で報告を行い、「資源循環の新しい考え方」として高い評価を頂きました。

発泡スチロール・ポリエチレンシートのリサイクル

廃発泡スチロール、廃ポリエチレンシートの処理を行うのは、神戸製作所の構内に設置された処理施設(リサイクルセンター)。ここで神戸を含む5つの製作所で発生したシート廃プラと、廃発泡スチロールを集約して一括処理(圧縮・減容)しています。伊丹・北伊丹地区はクッション材輸送の復路で、姫路・赤穂については得意先向け輸送便の復路で、それぞれ回収する輸送システムを確立しています。圧縮・減容後の発泡スチロールとシートはリサイクル業者を経由して、再生プラスチック製品に生まれ変わっています。



姫路製作所
生産管理部 環境管理グループ
釘本 裕生

発泡スチロールは、実は再生するより焼却処理(サーマルリサイクル)した方が経済的です。姫路でも従来は処理業者でサーマルリサイクルをしていましたが、環境への負荷を考えると「お金がかかってもマテリアルリサイクルにした方が良い」と考えました。今回の活動で神戸に集約したことで、経済的にもさらに効率的な仕組みが作れました。引き続き、各地区と連携してさらなる拡大をめざします。



系統変電システム製作所
生産システム部 赤穂生産管理課
吉岡 賢一

赤穂製作所の場合、発泡スチロールはISO14001の取り組みの一環として処理業者で焼却処理していたのですが、今回の神戸での一括リサイクルは、環境負荷低減に対してそれ以上の効果が出せたと思います。先日、赤穂で「里海シンポジウムin赤穂」が開催され、小学生がスナメリの住む海にするため、アマモを育てる活動に取り組んでいる発表がありました。私たちのこの活動は事業者として「限りある資源を大切にするため、こんなリサイクル活動に取り組んでいます」と言えるものだと思います。

廃食油のリサイクル

バイオディーゼルの製造装置は、神戸製作所構内の「リサイクルセンター」に、2007年6月に導入されました。神戸では、社員食堂から毎日出る大量の廃食油(てんぷら油)を回収して、この設備でバイオディーゼルを製造し、構内のフォークリフトや作業車両用の燃料に利用しています。現在、神戸製作所内の適用作業車両の燃料は100%がバイオディーゼルとなっており、環境負荷低減に貢献しています。今後、廃食油を地域の方や他の製作所の食堂からも回収し、さらなる環境貢献を検討しています。



電力システム製作所
生産システム部 環境推進グループ
大内 雄次

姫路や北伊丹では小型製品を取り扱っているため、構内運搬に電気フォークリフトを使用しますが、神戸のように大型製品になるとエンジン式を使用するため燃料は軽油になります。ほとんどの場所に食堂があり廃食油が出ますので、軽油の使用・不要と廃食油の発生を調整することによって、廃棄物と燃料の改善の両立が可能になります。

今後の展開

リサイクルシステムの構築が、環境マインドの醸成にも役立つことを実感 新たな取り組みにも挑戦していきたい



電力システム製作所
生産システム部 環境課推進グループ
大内 雄次

今回、廃棄物についてみんなで考えたことによって、企業全体をいろいろな視点から見ることができました。リサイクルシステムづくりでは、ロジスティクス(物流)が非常に重要であることが分かり、同時に「遠くに運んでリサイクルを行う方が良いのか、リサイクルをしないで近くの場所で処分してしまった方がいいのか」といった判断が求められることも知りました。

私はこの新しい活動を通じ、本業へのフィードバックとして設備設計者や製造担当者の環境意識を向上させることも密かにめざしてきました。自分たちが出す廃棄物について知り、リサイクルの大変さを体験・実感できれば廃棄物を出さない設計・製造に役立つと思ったからです。そしてスタートからまもなく、神戸地区では環境意識がグンと高まり、製造部門では当社で初となるタイプⅢエコマーク(エコリーフラベル:製品の環境評価)も取得しました。現在は他の製造部門でも展開されています。さらに、九州地区では関係会社を含めたリサイクルガバナンス構築への取り組みがスタートしました。このような成果を聞くと嬉しいですね。今後も環境マインドの醸成に貢献できるよう、新たな取り組みにも挑戦していきたいと思います。

活動のスケールを拡大して、全社的な可能性を見いだしていきたい

ものを製造する上では、廃棄物の「コスト」を考えることが大事だと思います。出した廃棄物に対するコストを計算してみて「どこを改善すればこの無駄がなくなるか」を考えることです。そうすることで廃棄物の量も減り、生産性も上がります。廃棄物は売れようが、リサイクルできようが、そもそもは不要物。不要物を出さないことを考えることこそが環境経営なのだと思います。

ワーキンググループの今後の活動目標は「スケールの拡大」です。取り扱う廃棄物の種類を増やし、関係者も増やしていきたい。またエリア的にも他の地域へ拡大していきたいですね。今回は神戸製作所が中心のシステムを作りましたが、たとえば赤穂製作所を中心に姫路・福山製作所と連携をとったシステム、北伊丹製作所を中心に伊丹・京都製作所と連携したシステムなども構想できます。各拠点がいろいろなシステムに関与していけるよう全国の製作所と連携をとりあい、本社とも協力しながら全社的な可能性を見出していきたいと思っています。



伊丹製作所
生産システム部 環境施設課長
西野 哲司

環境マインドを育てる！



環境マインドを育てるには、自然を体験することがいちばん。当社では、社員が自然教室の先生（リーダー）として、手づくりのプログラムで自然の素晴らしさを伝える「みつびしでんき野外教室」を全国各地で開催しています。活動開始から3年目を迎え、どんどん盛り上がりを見せる野外教室。ここでは、その真価と進化を特集します。

野外教室のめざすもの

一緒に働く仲間、一緒に生活する親子が自然の中でテーマをもった時間を過ごす。社員が教室を“手づくり”する。その本質とは？野外教室のコンセプトを紹介します。

山で、海で、公園で——野外教室活動事例

これまでに開催した教室の中からユニークな事例を4つ紹介します。

“手づくり”が生む「好循環」

リーダーが教室を“手づくり”するのが三菱電機流。試行錯誤を重ねるなかで、教室の魅力はどんどん増しています。リーダー増大とともに、進化の様子を紹介します。

自然保護リーダーの声

新米リーダーから経験豊富なリーダーまで、工夫していることやリーダー経験を通じて得たもの、今後の抱負などを語ります。

進化の現場レポート

より楽しく、豊かな体験をしてもらいたい！リーダーたちの工夫によって、教室がどのように進化しているのか、2つの現場をレポートします。

野外教室のめざすもの



社員とその家族が、ともに自然を体験すれば、日常が変わる！

「みつびしでんき野外教室」は、当社が「環境ビジョン2021」で掲げる「環境マインドの育成」の一つの施策です。この教室は、森林や河原、公園、海岸といった自然のフィールドを「教室」に見立て、「社員とその家族」が、ともに自然を体感することを通じて、自然との共生を考え、環境をよりよいものに変えていく行動力を育てていくことを目的としています。

中心的ターゲットを「社員とその家族」とするのは、一緒に働く仲間、一緒に生活する親子が、職場や家庭以外の場所で共通体験を持つことで、仕事や生活をする上でのさまざまな営みが、環境を考えたものへと変わっていくきっかけになると考えるからです。例えば、仕事においては、「この製品が捨てられたとき、生態系に害を与えないだろうか」「資源をもっと有効に使えるような生産方法はないだろうか」など、積極的に考えることで新たな知恵が生まれたり、日常生活では、家族全員で電気の使い方を見直す行動につながるなどが期待できます。

また、近年「生物多様性の尊重」が環境問題の大きなテーマとしてクローズアップされつつありますが、野外教室で多種多様な生きものたちに出会って“仲良し”になれば、おのずと自然をおもんばかる心が生まれます。それが、「生物多様性の尊重」の源（みなもと）であると私たちは考えています。

（図の「コンセプト1」参照）

社員が先生役(リーダー)になって教室を手づくり。リーダーもどんどん増やしていく！

野外教室のもう一つの大事なポイントは、教室の先生役(自然保護リーダー)を社員が担い、プログラムの企画も運営もリーダーが“手づくり”で進めるということです。自然保護リーダーには、毎年春・秋に、全国から集まったリーダー候補者に対して開かれる1泊2日の「養成講座」を受講した社員が就きます。この養成講座では、山の中で五感をフルに活用したフィールドワークを体験するほか、子どもとのコミュニケーションのコツや万一のケガなどに備えた応急処置法など、教室運営に必要な知識・スキルも習得します。そして修了後に、各リーダーは自分の所属する事業所に戻り、今度は自分の力で「野外教室」の企画を進めていくのです。

そんな風に、環境の大切さを伝える“要”となるリーダーが増えていけば、やがて日本や世界のあちこちで、環境マインドのいくつもの輪ができ、それらがまた広がっていくでしょう。一企業の小さな試みであっても、環境マインドを社会全体に広げることにつながる——私たちは、そう確信しています。

(図の「コンセプト2」参照)



当社の生物多様性への考え方

私たちは、事業活動を通じて、さまざまな資源を利用し、化学物質や廃棄物を排出して生物多様性に負荷をかけています。生物多様性を維持するためには、種の一つに過ぎない人間が生物多様性を真に受け入れて自分自身がおかれている自然環境を理解し、これを維持することの重要性を正しく認識することが必要です。この認識こそが「環境マインド」とであると当社は考えています。したがって、企業においては、企業自身や企業に関わる人々が、それぞれの立場で常に「環境マインド」を持って積極的に行動することが、生物多様性を守るためになすべきことであると言えます。自然保護活動を通じて生き物とふれあい、その喜びを体験することは、「環境マインド」を育て、向上させていくための原点となるはずで

当社は、「未来の人々と地球環境を共有している」という認識のもと、環境への取り組みを経営の最重要課題の一つと位置づけています。企業は自然環境を含めた社会環境の中で活動するものである以上、環境変化に柔軟に対応し、環境と積極的に調和を図らなければ存続できません。このことを肝に銘じ、生物多様性維持や保護に継続的に取り組んでいきます。

“手づくり”が生む「好循環」



リーダーが、自らの体験をもとに創意工夫して教室をカタチにしていく。

野外教室のリーダーは、養成講座で経験したことをベースに、自由な発想で「自然教室」を企画します。開催時期、参加者、どのような自然をフィールドにするかは、すべてリーダーに任されており、「こうしなければ」という決まりは一切ありません。自分は参加者にどんな感動を与えたいのか？ 自然の中で何を伝えるべきなのか？ 各自が思い思いに企画を練り上げていきます。

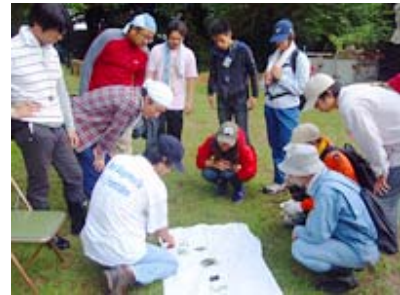
こうしたやり方をとっているのは、リーダー自身が実際に体験して得た感動や発見を最大限に活かして創意工夫することを重視しているから。これこそが、「みつびしでんき野外教室」の「仕掛け」なのです。もちろん、素人が「手づくり」で進める教室ですから、すべてがうまくいくとは限りませんが、逆に素人だからこそできることもある、と私たちは考えています。教室の開催中、時にはリーダーが想定していなかった部分に参加者が興味を示し、全員がそれに夢中になるようなことも起こります。それもまた、貴重な学習の機会。こうした体験を経て、リーダー自身の“環境マインド”は鍛え上げられていくのです。



リーダー養成講座「座学編」では、子どもとのコミュニケーションスキル、ケガなど現地でのトラブルへの対処、プログラムの作り方を学びます。



リーダー養成講座「知識編」では、動植物を興味と敬意を持って観察します。



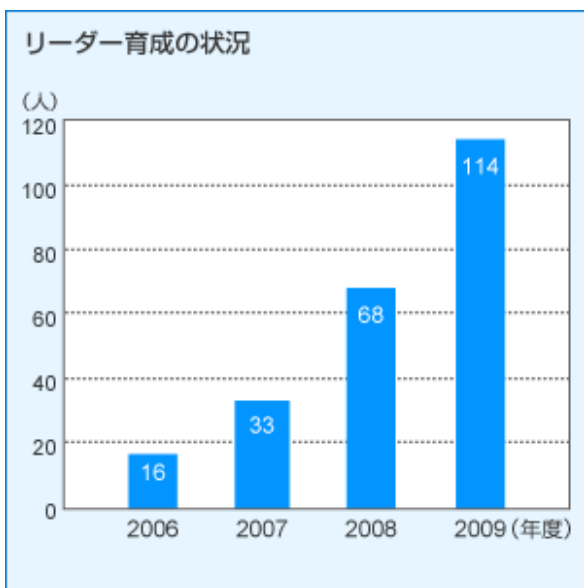
五感を呼び覚ますための実習も欠かせません。

リーダーも続々。さらにリーダーの数だけ、教室が進化する。

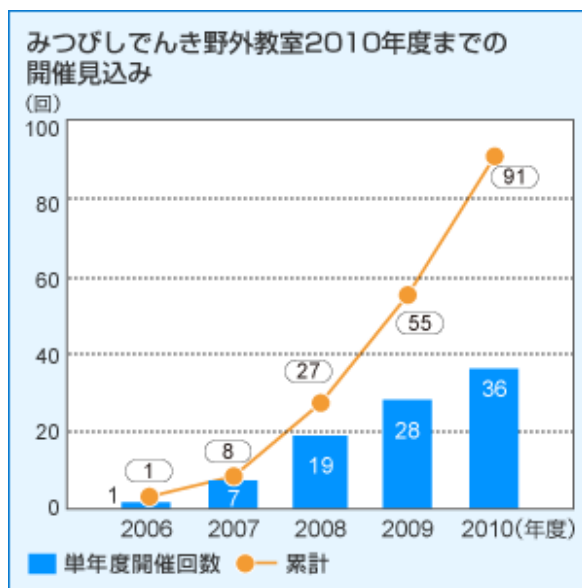
2006年10月の野外教室開始時から1年半経過した時点で34名だったリーダーは、現在では68名と倍になりました。教室に参加した社員が「ぜひやってみたい!」と、自主的に参加するケースも増えており、今後ますます勢いが増しそうです。

また、ここ1年で、教室の企画もずいぶんバリエーション豊かになりました。「より専門的な知識があれば、もっと面白い発見ができるかもしれない」「もっと深い感動を味わってもらうために、もう一ひねりしたい」といった熱い思いから、日本野外生活推進協会や(財)日本野鳥の会、地元の有識者など外部の専門家に協力していただく企画が登場したり、自然観察に「工作体験」を織り交ぜた企画や、環境をテーマにしながらも「食育」の観点を盛り込んだプログラムを立案したり。あるいは、前回の教室の反省を活かして、グッズ類を充実させたり——リーダーの数だけ、教室が進化しています。また、他の地区で開催された教室に触発されるケースもあちらこちらで見られるようになりました。

これらは、実は開始当初には期待していなかった予期せぬ“うれしい”現象です。こうした“好循環”現象は、今では、「みつびしでんき野外教室」ならではの特色になっています。今後はさらにどんな変化が待っているのか、期待がふくらみます。



【環境報告】環境教育・環境マインドの育成



【環境報告】環境マインドの育成

進化の現場レポート



Report-1 茂木・田植え体験&水辺の生きもの自然観察 2009年5月16日(土)開催

栃木県の南東部に位置し、美しい田園風景が広がる茂木町が田植え体験の舞台です。田植え体験教室は今回で2回目。茂木町に向かうバスの中からさっそく進化が。田植えと言えば、お米。お米といえば「食」です。リーダーの発案で、「田んぼのお話」と題した「食育」を意識したプチ講座が開かれました。「お茶碗1杯分のご飯は、お米何粒だと思う？」など、リーダーがクイズを交えながら米の収量に関するさまざまな知識や、田んぼの役割を説明。これから始まる体験に関係するいろんなことを自由に企画として取り入れる、それも野外教室の“味わい”です。(ちなみにクイズの正解は、「お茶碗1杯75gで3,300粒」です)

いよいよ田植え体験が始まると、苗をまっすぐに植えるのは意外と難しいことに気づきます。苗を倒してしまう子どもにお父さんがお手本をみせながら、コツを教える場面も。こうした時間を過ごすことは、親・子それぞれにとって貴重な経験になります。次第に植えることに慣れてくると、みんなの会話の中心は自然と「秋の収穫」に。「豊かに実ってほしい」と願いながら、心を込めて苗を一つひとつ植えていきました。田んぼ一面に苗を植え終わるころには、中腰での作業の大変さも実感できます。お店でお米は買ってもしんどい経験は買えません。「農家の方々や食への感謝の気持ち」も、この野外教室で伝えたかったことの一つです。

小さな子どもたちは、田んぼに棲む生物にも興味津々。リーダーが指導しながら、カエルやおたまじゃくし、ゲンゴロウなどを捕まえ、じっくりと観察しました。ここではリーダーが準備した「ルーペ付きカップ」が大活躍。前回なかったことで悔しい思いをした反省が活かされました。

帰り際には、あちらこちらから、「楽しかった」「また来たい」という声。自然のサイクルを体験するのも野外教室のテーマ。秋には稲刈りツアーも計画しています。その時には、この日の参加者の中から新しいリーダーも生まれていることでしょう。



「田んぼのお話」のはじまりはじまり。



いっせいに田んぼの中へ。「うわー、歩きにくい〜」



なかなかさまになってます。



せっかく植えたのに抜いちゃダメダメ。



ゲロゲロ。



僕の捕まえたカエルあげる。



仁王立ちして田んぼを凝視。生きもの探しのやる気がムンムン！



バイバイ、また会いに来るね。



黙々…。あと少しでゴールだ。黙々…。



完成！一本ずつ心を込めて植えました。

会場となった「油山自然観察の森」は、湧き水が作る沢があり、生きものが豊かな森です。教室のゲストはかわいく元気いっぱいな子どもたち。九州支社近隣の保育園に通う園児さんたちです。

昨年の教室を振り返り、今回に活かすべきことがありました。それは臨機応変に、そして子どもを急かさないこと。設定した観察ポイントが多すぎると、ついつい全部を消化しなければいけないと、子どもを急かしてしまいがちですが、これでは不満が残ることを学びました。子どもが惹かれるものはまちまちですし、早く先に進みたい子、ゆっくり見たい子など性格もさまざま。偶然見つかった「おもしろいもの」もじっくり観察し、逆に子どもが興味を示さないポイントはすぐに飛ばしてしまおう、そんな臨機応変さは大事にすべき心構えの一つです。

園児たちはルーペを片手に森の中に入ると、すぐに色々なものに興味を見せ、特に小さな虫などを見つけては熱心に観察していました。このほか、アリジゴクなど名前を聞いたことがあっても日ごろ見ることのない生きものの観察や、沢での笹舟遊びなどを一緒に体験。自ら手を動かし、自然のものを使って何かを作る、これも今回取り入れた試みです。

苔むした切り株を触る体験は、私たちの教室の不動のハイライト。木が朽ちて分解され土になり、土に落ちた種が芽吹きまた木となっていく様子は特に大事なポイントです。製造業である当社は、資源循環に取り組まねばなりません。みつびしでんき野外教室を通して、自然の営み、循環をわかりやすく伝えることで、子どもたちが成長していくためのお手伝い如果能したら・・・そんな気持ちを強くしました。

これまでリーダーは総務部門だけでしたが、今年度、人事、経理、営業部門からも誕生する予定です。一層パワーアップしたメンバーで、地域の皆さんに向け、当社にしかできない活動を提供していきたいと考えています。



集合～。にぎやかな一日の始まりは対面式から。



初めはリーダーも少し緊張気味のオリエンテーション。



へ～、ナメクジの食べた後はギザギザなんだ。



沢の岩には大物が潜む・・・。



アリジゴクを探せっ！



それゆけ、手作りの笹舟！



苔むした切り株は、自然観察のハイライト。



ワー！いるいる、サワガニだっ。



活躍したグッズの数々



ビンゴで楽しかった一日を振り返ります。

事務局からのメッセージ

活動を開始した2006年当初はまさに手探りでした。環境への取り組み施策として事業所は受け入れてくれるのか、参加者のニーズはあるのか、伝えるべきメッセージを伝えることができるのかなどの不安を抱えてのスタートでした。リーダー養成講座を委託している日本野外生活推進協会さんの理念である「人間が環境に与える影響に気づき、行動する人の育成」が、素人の我々に本当にできるのかなど、半信半疑の面もあったように思います。

3年間を振り返ると、養成講座を巣立ったリーダーが、その理念を具体化すべく、各地区で特色あるテーマを探し、自然の循環や生命のはかなさ、共生といったメッセージを発信してくれるようになりました。リーダーの情熱や行動力に感化され、教室の運営をサポートしてくれる一般社員も出てきました。教室主催の面白さを知ったリーダーたちは、より自分が楽しみ、参加者を楽ませる工夫を重ねていきます。

教室の主催を通して感激したのは、お世話になっている幼稚園の先生から、今小学校3年生になったお子さん(当時の参加者)が、親と一緒にゴミの分別や無駄な廃棄をしないことを考えているといったお話をうかがったこと。これは当社の教室に参加したことがきっかけだったそうです。触れ合えたのは2時間程度でしたが、この活動が「環境のことを考える人づくり」の一翼を担えることを確信しました。

「みつびしでんき野外教室」は、参加者、主催者だけでなく、関係した多くの人々に笑顔をもたらす活動です。今後3年間で、活動地区を年間5つずつ拡大していくことを計画しています。今後も多くの方々のご理解とご支援をお願いし、より多くの地区で自然を通した笑顔が分かち合えるよう、無理せず継続していきたいと考えています。



環境推進本部 企画グループ
職員 吉男

参加者の子どもとミズカマキリを見つけました。数十年来の再会に、日本の自然が豊かなことを実感したひとこま。



【環境報告】環境教育・環境マインドの育成

【環境報告】環境マインドの育成

山で、海で、公園で——野外教室活動事例



2006年10月に本社地区で初めて開催した野外教室。現在は、全国に活動が広がり、開催回数は2009年7月末までに39回、参加者は延べ1,400名を数えています。ここでは、ユニークなプログラムの例をご紹介します。

第26回 どんぐり再発見！（中国支社）

【開催日】2008年11月29日

【開催場所】広島市中区 平和大通り

中国支社では、恒例の「花壇維持活動（通称：花ボラ）」のサブイベントとして野外教室を企画し、社員とその子どもたちが参加しました。教材は、花壇の周囲に落ちている「どんぐり」です。虫の食ったものは「虫のエサ」、芽が出れば「木の芽」、きれいなものなら「子どものおもちゃ」と、どんぐりと言ってもさまざまな役割があるもの。子どもたちはどんぐりの一つひとつをつぶさに観察し、それが森の中で果たす役割についての話に熱心に耳を傾けてくれました。また、どんぐりを調理してクッキーをつくり、みんなで味わいながら、食についても一緒に考えました。この日は中国支社の若手社員も参加し、次代の自然保護リーダー候補として、意識の醸成を図りました。



落ち葉の下から拾ったどんぐりを観察。根っこはどこから生えているかな。

（答え：必ずとがった方から生えます）



丁寧にアク抜きしたどんぐりを使ってクッキー作りに挑戦。・・・ビックリするくらいおいしくできました。

第23回 ゲーム形式で自然を学ぶ！（相模地区）

【開催日】2008年11月22日

【開催場所】横浜市 金沢自然公園

「自然林でクイズラリー」「いろいろなものをレンズで見よう！」「どんぐり見つけた！」「落葉を拾おう！」——相模地区では趣向を凝らして、ゲーム形式の野外教室を開催しました。例えば「落葉を拾おう！」では、土が見えるまで落葉をかきわけてみて、落葉の下に棲むヤスデやダンゴムシなどの土壌動物が自然界で果たす役割や、落葉がキノコなどの菌類に分解されて土になることなどを学びました。参加者は幼稚園・保育園児から小学生まで。小学生からは、授業で習ったことでも実際に体験することで新しい発見があったという声が聞かれました。



何気ない散策道も自然観察の宝庫。葉っぱをもんでみるととてもいい匂いがします。



教科書で習ったことも、フィールドでその現実に触れると生きた知識に変わります。

第23回 自然観察会のあとは、小枝で人形づくりにも挑戦！（名古屋地区）

【開催日】2008年11月22日

【開催場所】名古屋市守山区の県有林「東谷山」

豊かな自然の中で爽やかな汗をかき、その美しさと環境保護の大切さを感じる機会にしようとして「親子で楽しむ自然観察会」を企画し、社員とその家族約33名が参加しました。当日は、愛知守山自然の会の森林インストラクターさんを招いて、植物の名前や特徴などを話していただいたことで本格的な自然教室となりました。子どもたちは見慣れた木や草花にも改めて興味をもった様子で、率先して前を進み、木の実を食べたり、落ち葉を拾ったりしていました。また、愛知守山自然の会による指導で小枝を使った人形づくりにも挑戦しました。子どもたちは使い慣れない工具に悪戦苦闘しながら人形を完成させると、誇らしげに家族に見せていました。



秋の林道での散歩は爽快そのもの。雑木林では木々も変化に富んでおり、ルーペを通した世界は子どもの興味をひきつけ続けます。



森林インストラクターさんの話を聞いて、自然を考え、子どもも大人までも心豊かに成長するきっかけをつかみます。

第31回 子どもも大人も楽しむ、海辺を満喫した一日（東部研究所地区(大船)）

【開催日】2009年5月23日

【開催場所】片瀬江ノ島海岸

身近な海の生きものに直接触れる体験を通して、海や環境への関心を深めたい。その思いから企画した片瀬江ノ島海岸での野外教室です。この野外教室は毎年恒例となっている組合主催の地引網イベントの一環として開催しました。2回目となる今回は社員と家族などで235名が参加しました。昨年に引き続き、新江ノ島水族館の学芸員の方をお招きし、地引網でとれた魚や事前に周辺で採取した磯の生きものについて特徴、生態などを解説いただきました。獲れた魚を調理して、ちょっとした食育教室も実施し、調理後の天ぷら油を石けんにリサイクルする実験も行いました。

ご協力 [新江ノ島水族館](#) 



漁師さんの掛け声のもと、大人も子どもも一緒になって網を引っ張りました。想像していた以上に豊富で多様な魚介類がとれました。



初めて見る魚もたくさん。「これは何ていう魚？それは？」「なぜそんなかたちなの？」子どもたちの興味はつきることがありません。

自然保護リーダーの声



自然の尊さ、面白さ、驚きを、参加者一人ひとりに感じ、発見してもらうための手助けをするのが自然保護リーダーの役割です。デビューしたばかりのリーダーもいれば、経験豊かなリーダーもいます。ここでは、野外教室の企画で工夫していることや経験を通じて得たもの、今後の抱負などをご紹介します。

家族のコミュニケーションの場を提供したい

労働組合本社支部 高橋 隼

2009年5月に開催した「海の生きもの観察教室」で、初めて野外教室のリーダーを務めました。企画にあたって一番意識したのは、小さな子どもが大勢参加すること。「環境について学んでもらうのは当たり前。それ以上に、子どもと家族が楽しくコミュニケーションするような場にできれば…」そんな思いがありました。そのためにも、安全の確保は大前提。ケガや迷子を避けるために思いつくりの対策をし、ご両親にも協力を呼びかけて、万が一の事態がないように努めました。

始まる前は、ちゃんとお子さんの興味をひけるように話ができるかどうかとも不安でしたが、実際に話してみると、あまり多くのことを語る必要はないのだとわかりました。伝えるポイントを最小限に絞って話をするだけで、お子さんは自ら考えて、生きものの面白さや大切さに気づくことができます。大切なのは、そのように誘導することなのだと感じました。



子供も大人も、何度でも楽しめる授業を心がけています

九州支社 古川 麻苗

先にリーダー養成講座に参加していた方の話を聞いて、「楽しそう！ やってみたい！」と思ったのが、リーダーになったきっかけでした。私自身、子を持つ親なので、野外教室のめざす理念に共感しました。当初は話すだけで精一杯でしたが、回数を重ね、教室を自分自身が楽しめるようになると、その気持ちに子どもたちもノッてくれているように感じ、スムーズに進めることができるようになりました。

九州支社の野外教室は、毎回「油山自然観察の森」で開催しています。この森は1度や2度の授業では語りつくせないほど豊かだから、親子ともに何度でも楽しんでもらえるよう、初めて参加する子ども向けの話と、保護者の興味をひけるような雑学を織り交ぜるなど、授業方法もひと工夫。初めは虫の触りかたも、乱暴だったり恐る恐るだったりする子どもたち。それでも、授業を通じてやさしい触りかたを学んでくれます。こうした学びを通じて、命の尊さを子供たちに伝えられるようなリーダーになりたいと思います。



授業のために学んだ知識が、自分の視点も変えてくれました

相模事業所 佐藤 真一

私がリーダーとして心がけているのは、とにかくたくさん情報を仕入れておくこと。テレビや学校の授業の影響で、子どもたちは大人が思うよりずっと自然について知っています。それに、こちらの話に対して、予想どおりに反応してくれるとも限りません。話が予想外の方向に展開したときでも、臨機応変に対処するために、「ネタ」はいくらあっても足りるということはないのです。

常に情報に対してアンテナをはっているせいか、最近は普段の生活の中でも、自然と花や樹木に目がいくようになりました。改めて見れば、日常のちょっとしたところに自然が転がっているものです。近所を歩いてみただけでも、植物の多さに驚かされます。

子どもたちから慕われる先生になれることはもちろんですが、知識や経験が増えることで、「これまで見過ごしてきたことにも気づける人になれる」ことも、この仕事の魅力なのだと思います。



学んだことをすぐに実践する子どもたちの姿を見ると嬉しくなります

中津川製作所 坂巻 昇

野外教室の意義は、子どもたちにありのままの自然を体験させて、自然の尊さや魅力に気づいてもらうこと。清流と深い森に囲まれたここ中津川市でも、それは同じです。

森や川を見慣れた子どもたちに、通り一遍の話をして「ふうん、それで？」という顔をするだけですが「味覚体験」でその表情は一変します。森でとれた木の実を口にすると、子どもたちはとたんに目を輝かせて、「おいしい！」と大興奮。未知のものとの出会って驚くその様子に、どんな野外教室だって味覚体験さえすればうまくいくのではないかと思うぐらいです。

味のほかにも、子どもたちが知らないことは多くあるため、しっかり予習をして教えるのがリーダーの仕事。時に教えたことを、すぐに実践している子供たちの姿を見ることがあります。「干潟の生きもの観察」に兄弟で参加していた子どもが、魚を素手で触って遊ぶ弟に「人間の体温は高いから魚がヤケドするぞ」と注意していたときには、「教室を開催した甲斐があった」と嬉しくなりました。

