

自動車部品生産プロセス追求による エネルギー再生工場への挑戦*

The Challenges of Achieving Energy Recycling in Automotive Parts Manufacturing Processes

鈴木 輝雄
Teruo SUZUKI

In our automotive parts manufacturing plant, our manufacturing department thoroughly studied the enormous energy required by our housing processing line from the standpoint of “reducing, eliminating, and creating” energy. By applying all of their expertise and ability they significantly reduced CO₂ emissions.

Key words :

Microalgae, P. ellipsoidea, B. braunii, Outdoor cultivation

1. 省エネ活動の背景と経緯，目的

デンソーは、地球環境保全の取組みとして、デンソーエコビジョン2015という目標を立て活動を推進している。その目標には4本の柱があり、特にエコファクトリーに関しては、グローバルな生産環境負荷の着実な削減を目標に、生産・物流活動におけるCO₂削減に努めている。目標は、売上高当たり排出量90年比65%減となっており、数値目標をコミットし継続的に活動を展開している。

当部では、05年度より生産部門に於いてはPEF (Perfect Energy Factory)、事技部門はPEO (Perfect Energy Office) 不要時OFF活動を開始し、設備稼働時の省エネ活動としてルーツプロア・インバータ化・増圧弁廃止等を進めてきた。また、10年度以降は生産工程でのエネルギーJIT (ジャストインタイム) 活動、設備のアイドルストップを実施してきた。そうした中、14年度は「デンソーエコビジョン2015」の目

標前倒し達成の為、会社目標のCO₂原単位に於いては前年比6%向上 (CO₂原単位29.63t-CO₂/億円以下・CO₂削減量1,315t-CO₂以上)が目標設定された。この目標を達成する為には、これまでのエネルギー削減活動やエネルギーの「ムダ取り」だけでは限界にきている事から、14年度は未開拓部の加工時のエネルギーロス (加工電力の削減追求・エネルギーの変動化) に注力し目標達成に取り組んできた。

2. 省エネ活動の体制

デンソーは環境経営の最高意思決定機関として92年12月に「環境委員会」を設置し、年2回、方針の策定・活動の進捗状況の検証・課題や解決策の検討を行っている。12年度から中間期 (9月開催) の環境委員会は製作所で開催し、「環境現地視察」を実施するなど、委員長・グループ長・センター長・役員が先頭に立って現地・現物を見聞し、議論を通して環境活動の推進・

* (一財) 省エネルギーセンターの了解を得て「平成27年度省エネ大賞」発表資料に加筆し転載

活性化を図り、省エネ活動を展開している。また先進安全製造部はエネルギー部に属し、会社目標を必達すべく製造部一丸となって活動を推進している (Fig. 1)。

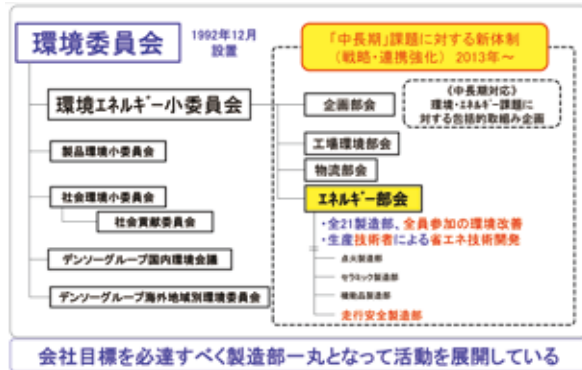


Fig. 1 Energy Reduction Activity Organization

3. 使用エネルギーの内訳

14年度の事業場の大安製作所および先進安全製造部のエネルギー量について説明する。大安製作所のエネルギー内訳は電気：44%，都市ガス：55%，その他が1%となっており、年間76,158kLを消費している。都市ガスの使用率が目立つが、当社ではCO₂排出量の少ない都市ガスを燃料に発電と排熱利用ができる「コージェネレーション設備」が、省エネ推進にきわめて有効な手段と考え、積極的に導入した結果である。現在、大安製作所の自家発電比率は約65%（発電出力：24,000kW（5,500kW×3台, 7,500kW×1台））に達し、4基によるCO₂削減効果は年間約50,000t-CO₂/Yである。そうした中、先進安全製造部のエネルギー使用比率は製作所全体の20%を占めており、エネルギー内訳は電気：67%，エア：16%，蒸気：15%，都市ガス2%となっており、年間14,884kLを消費している。こうしたことから、消費量の多い電気エネルギーの使用量を製品別に調査し省エネ活動を進めた。

今回、先進安全製造部が説明する3つの省エネ事例は、13年度に計画立案し14年度を中心に改善活動を実施したものである。また、先進安全製造部では今回の3事例を含め平成25年度から平成27年度の間で、合計287件の省エネ改善を全員参加で展開し、大安製作所全体の約2%（1,810kL）に相当するエネルギー削減活動を推進した。

4. 目標設定と活動計画（方針）

当部の製品概要と設備構成について、製造製品はESC、車輪速センサ等を生産しており、全ての製品が安全・安心ドライブの核となる製品で、今後、次期型製品への切替わりにより新設ライン増加が予定されていた。設備構成は、603工場でセンサ製品、602工場ではESC製品を生産しており、CO₂の削減目標も会社目標がCO₂原単位前年比6%向上の中、先進安全製造部にはCO₂原単位目標28.63t-CO₂/億円以下、CO₂削減量目標1,315t-CO₂/Y以上割当られており、今後も、新製品立ち上がりにより設備台数が増加し、CO₂の増加が見込まれた。

会社から割当られた目標を達成する為には、これまでのエネルギー削減活動やエネルギーの「ムダ取り」だけでは限界にきている事から、14年度は未開拓部の加工時のエネルギーロス（加工電力の削減追求・エネルギーの変動化）に注力しコミット目標を設定して取り組むこととした。現状の生産設備の使用エネルギーは、A：加工に必要な正味のエネルギー、B：付帯機器・運転準備のエネルギー、C：工場環境エネルギーの3つに分類される。従来の省エネルギーは、主に、加工に必要なB：付帯機器・運転準備のエネルギーの削減を中心に「ムダ」なエネルギーの削減に取り組んできた。今回、今まで十分に検討ができていなかった「A：加工そのものに必要な正味のエネルギー」、 「B：付帯機器・運転準備」のエネルギーの精査や固定エネルギーの変動化の観点で更なる省エネルギー改善を推進し、製造部の中でもエネルギー負荷の高い切削加工で省エネプロジェクトを発足させ、コミット目標値を▲5% 733Mwh/Yとして活動を進めた (Fig. 2)。

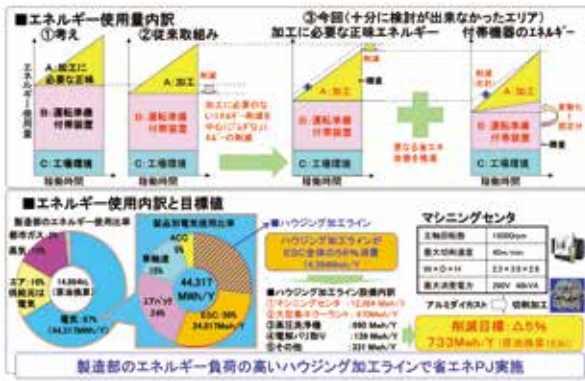


Fig. 2 Energy Initiatives and Activity Goals of the Manufacturing Dept

5. 省エネ事例

省エネプロジェクトでは、関係部署が集まり切削ラインのエネルギー削減の攻めどころとして、キーワードを「へらす」「なくす」「つくりだす」と決定し、加工時のエネルギーロスの徹底追求として、新たな低減方法の開拓を進めた。しかし、ただの「ムダ取り」だけではエネルギー削減も限界にきている事から、①更なる「削減」はできないか②「廃止」できるものは無いか③エネルギーの「再利用」はできないか検討を開始し活動を推し進めた。削減「エネルギーをへらす」、廃止「エネルギーをなくす」、再利用「エネルギーをつくりだす」をターゲットにそれぞれの実施項目毎に担当部署を決め、14年度末を目標に活動を進めた。今回は「集中クーラント更新」「マシニングセンタ改善」「クーラント循環による発電」の3つの事例について紹介する。

5.1 事例「エネルギーをへらす」

切削ラインの従来製品加工では、80台の専用マシニングセンタを使用して少品種・大量生産のトランスファラインにて対応し、切削クーラントの処理も大型集中化で一括処理が最適であった。しかし、次期型製品への切替わりにより、材料・加工方法等も変更となり、生産方式も多品種生産、加工機も汎用マシニングセンタとなった。従来の大型集中クーラントでは生産負荷のバラツキに追従できずエネルギーの「ムダ」を発生させていた。日当たり設備稼働台数とクーラント消費

電力を見てみると加工ブロック単位に拘らずクーラント装置が起動されており、エネルギーロスが顕在化していることが確認できた。また、大型集中クーラントによる老朽化による更新が必要であった。

新たなクーラントシステムを検討するにあたり、3つの課題を解決する必要がある。①配管内の切粉詰まり②発生する切粉の処理③生産負荷に柔軟に対応したクーラントシステムの稼働である。①項を解決するにはいかに切粉を小さくするかがポイントで、我々は切粉粉碎機能を持つカッターポンプの存在を知り、メーカーの協力を得て検討を進めた。また省エネプロジェクトからの提案で、排出物の削減を狙い、小さくした切粉を圧縮して切粉の製品化にもチャレンジした。また、クーラントシステム本体も小型化を進めながら切粉処理に伴う付帯設備を一体化し、且つ、生産負荷に柔軟に対応できるように加工ブロック単位毎に小型集中クーラントを設置し、生産変動・稼働に追従したしくみを構築した (Fig. 3)。



Fig. 3 New Coolant System for Reducing Energy Consumption

5.2 事例「エネルギーをなくす」

先ず今回のターゲットとなっているマシニングセンタの加工時電力の実態を徹底的に調査した。その結果、マシニングセンタ主要機器の「Y軸ブレーキ」に不具合が集中していた。また、主軸の位置を保持するただけにサーボロックを実施しており、0.8Kwの電力消費がされており、Y軸ブレーキ構造の詳細を調査することとした。マシニングセンタのY軸ブレーキ概要と機器の構成として、約400kgの主軸ユニットをY軸サ

ーボモータを使用してサーボモータの運転休止時に主軸の自重落下防止として電磁ブレーキが装備されている。我々はマシニングセンタ作動時にブレーキ解除する為に電流を流している事を突拵め、「把持がメカ的にできればブレーキが変更できるのでは？」と考え調査を開始した。その結果、A社のロータリーアクチュエータ用エアブレーキがメカブレーキとして代用できる事を発見し、A社に協力をお願いしてマシニングセンタ用に特別作成依頼した (Fig. 4)。次に、A社に特別制作依頼した電磁バルブ内蔵型のエアブレーキについて紹介する。先ず、試作品を作成しブレーキ制御と消費電力等を検証し問題ないことを確認した。その後、小型化と軽量化を目的に以下の3つの改善に取り組んだ。①24Vの電磁バルブを使用し設備に接続が可能②エアーの行止り効果（保持性を活用）③解除用アクチュエータの小型化（内巻バネシリンダ推力）その結果、大きさについては1/4まで小型化し、1台当たりの消費電力量も0.8Kw削減し①～③の改善も完了することが出来た。総合効果としては製造部内にある全マシニングセンタ（118台）に展開する事で、電力量385Mwh/Y、保全費7,552千円/Y（原油換算:99kL/Y）を低減することができた。

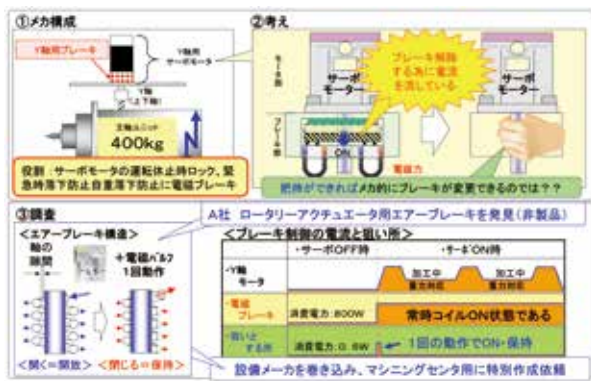


Fig. 4 “Outline and Structure of Y-Axis Brake” which Reduces Energy Consumption

5.3 事例「エネルギーをつくりだす」

この事例での着眼点は「捨てているエネルギーの活用」である。考え方は、①回収したエネルギーを生産ラインで活用することで、1ワットの電力の大切さの理解と省エネの意識（節電意識の向上と省エネ改善の

意欲）を向上させることである。②多種部門の技術者（技術・省エネ・環境・安全）が一から創り上げることで次世代設備の省エネ仕様に繋げることである。これまではエネルギー JIT（「必要な時に必要な分だけエネルギーを使用・供給」する仕組み）を主眼に取り組みを進めてきたが、今回は新たな考えとして、「捨てられているエネルギーを上手く回収できないか？再利用できないか？」との発想の転換（テレビ CM からのヒントで車がブレーキを回生エネルギーとして蓄え使用する考え方）からエネルギー回収にチャレンジした。我々はこれをマシニングセンタに応用出来ないか考え、切削加工時に排出されるリターン水流のエネルギーを活用して回生エネルギーを創る小型水力発電を考案する事にした。

では、如何に効率よくエネルギーを回収するか？これは非常に難度の高い課題であったが、小型水力発電の開発には知識がなく未知の課題であったが、多種部門の技術者の総力で課題に取り組む事にした。先ず、狙いは切粉入りクーラント液でも効率の良い水力発電の開発で、世の中の情報を当たってみても、既存の水力発電では異物を除去した水を利用して水車を回転させ発電を行っていた。我々の課題は①切粉を通過させる水車の開発②シンプルな装置の構造と標準化であった。これらの課題を達成するために次のSTEPで進めた。STEP ①では切粉を通過させる水車の開発で製造部の知識を集結し、水車を設計・製作し試作機で検証した。しかし、いくつかの問題点が持上り、STEP ②ではその問題点を解決するために試作機製作・テストを繰返し、何とか切粉詰まりが発生しない水車を開発する事ができた。STEP ③では発電システムの基本仕様として、切粉詰りに配慮した水車径の設定、発電装置は当社の軽自動車用リビルトオルタネーターを使用し水流を落とさない切粉配管径と経路を決定した。また市販の両軸型減速機を逆転の発想で増速機として使用し切粉に対応した水力発電を開発した。

開発した発電システムは、“油を電気に交換する遊び（動き）”で「油電遊」「ゆでんゆ」と命名した。発電システム (Fig. 5) の発電能力は LED 照明 (24W 仕様) 6 本分に相当し本工程の作業用照明として活用している。残された課題はコスト削減であり、今回実施した

工場エネマネ

ノウハウを標準化することでコスト低減を図り、他へ展開していく計画である。



Fig. 5 “Introduction of Electric Power Generation System” for Creating Energy

6. 成果

活動の成果として、コミット目標▲733Mwh/Yに対し、▲1,034Mwh/Y（目標比+41%）達成。

- ①へらす成果：▲524Mwh/Y（原油換算：134kL/Y）
 - ②なくす成果：▲505Mwh/Y（原油換算：130kL/Y）
 - ③つくりだす成果：▲5Mwh/Y（原油換算：1.3kL/Y）
- 合計▲1,034Mwh/Y(原油換算：266kL/Y)

今回の活動の成果を製品1台当たりの電力推移で見ると、若干の変動は有るものの、改善が進むにつれ、着実に低減出来ていることから今後はこの活動を製造部内に展開して行く。またY軸ブレーキについては、機器メーカーと協力して標準化（ロータリロックユニット）を進めて行く。

7. おわりに

今後の展開とまとめとして、①「へらす」では、洗浄の1個洗浄化への取り組み、工場照明のLEDの拡大を進める。②「なくす」では、エアブレーキを他のサーボモータに展開する。また、製造部内のエネルギー計測を充実させ、更なるエネルギー分析による案件抽出が出来る様に活動を推し進める。③「つくりだす」では、小型水力発電による排水中継槽における発電システム、熱源（炉、はんだ付け、洗浄機）の排熱

活用をした給湯システム等を進める。まとめとして、今回の活動では、「へらす」「なくす」「つくりだす」の視点で、且つ、コミット目標を明確にすることで案件の抽出とアイデアの具現化をすることができた。特に、エアブレーキについては、メーカーの埋もれていた技術を掘り起こすことで達成でき、製品化した。活動を通じて、省エネは根気よく対応策を探すことで、まだまだ新たな発想に膨らむことを認識した。また、今後も捨てるエネルギーなども低コストで再利用できる技術を更に追求していく。

著者



鈴木 輝雄

すずき てるお

先進安全製造部 製造企画室
製造環境向上活動の推進とF-IoT活用による生産性向上支援