

地球にやさしいものづくり教育訓練の実践

— 最近の地球にやさしいものづくりの状況 —

職業能力開発総合大学校東京校 環境化学科 湯川 隆・渡辺 勇

1. はじめに

職業能力開発総合大学校東京校および全国10カ所の職業能力開発大学校は、日本の経済社会を支える製造業の生産現場における“ものづくり”を担う人材の育成を目指している。

一方、最近の地球環境問題は深刻な世界共通の課題になっており、例えば地球温暖化の京都議定書の批准をめぐる、各国の調整で難航している。ほかにも多くの地球環境問題がある。代表的なものとしては、温暖化による異常気象、有害物質による環境汚染、天然資源の枯渇、人口増加による食料不足などがある。21世紀は持続可能な開発と生産を行う、資源循環型社会の形成が強く求められている。このような背景から、“ものづくり”には環境配慮が欠かせない状況にある。“ものづくり”としての技術者育成の1つに「環境に配慮した“ものづくり”」言い換えれば、「地球にやさしい“ものづくり”」教育訓練が必要である。

この必要性について、東京校では一昨年から校内で関係者による検討の結果、平成14年度4月から専門課程2年生全員に生産環境学2単位を開設することになった。本稿ではこの講座の開設に先立って、今回と次回の2回にわたって準備状況を報告する。初回は講座開設の必要となった背景としてのわれわれを取り巻く環境問題と最近の企業での取り組み状況を報告する。次回は東京校で準備している開設講座の準備状況とその内容を報告する予定である。

2. われわれを取り巻く環境問題

ものづくりによる環境問題は18世紀後半の産業革命から増大した。その後、20世紀後半の高度成長期に、各地で多くの公害を発生させた。この時期は経済性優先を金科玉条にして、大量生産、大量消費、大量廃棄がなされ、物質的な便利さと豊かさもたらされたが、一方では環境が破壊された。最近の新聞紙上には「ダイオキシンによる大気汚染」「トリクロロエチレンによる土壌汚染」「海底にPCB蓄積」「環境ホルモンによる人類の生殖異常」などの記事を目にすることは、すでに取りたてて珍しいことではない。より便利でより快適な生活実現のために、人類がみずからつくり出してきた多種多様な化学物質が環境を汚染し、人類に直接、間接の悪影響を与えている。こうした化学物質による環境汚染に限らず、環境問題は私たちの生活に大きな影を落としている。身近なところでは、日本全国各地で発生している廃棄物の不法投棄による環境汚染や廃棄物処理場から有害物質が漏出することによる環境汚染などの地域レベルの環境問題があり、地球レベルでは、温暖化ガスによる地球温暖化やフロンガスによるオゾン層の破壊などの地球環境問題がある。

特に、顕著な現象としては地球温暖化ガスの1つである二酸化炭素の地上濃度が過去40万年間、最大でも280ppmを超えたことがなかったものが、20世紀後半の50年で、二酸化炭素濃度は360ppmに上

昇するという異常な状態になっている。この状態から、地球の気温が上昇し、世界各地で洪水と干ばつなどが多発する異常気象が起きている（図1に示す）。

このような背景から、1992年6月ブラジルのリオデジャネイロに世界の首脳300人が集まり、環境問題への世界的な取り組みとして象徴される「地球サミット」が開かれ、環境と開発に関するリオ宣言が採択された。

この宣言を受けて、1993年に日本では「持続可能な開発」を実現するためには、社会全体で環境問題に対応していくシステムを作ることが必要になり、従来の「公害対策基本法」を発展させて、環境保全に関する国の政策の基本的な方向を示す、環境基本法が発効された。

その後、環境基本法の理念を実現するために、廃棄物・リサイクル対策についての国、地方公共団体、事業者および国民の責務を明らかにした循環型社会形成推進基本法が2000年に発行された。この基本法に関連して容器包装リサイクル法、家電リサイクル法、食品リサイクル法などの各種リサイクル法が発行され、現在はその実行に移されつつある。

一方、1992年の地球環境サミットの前に、世界のビジネスリーダー50人が集まり「持続的発展のための産業界会議」が創設された。この会議で、企

業活動による環境破壊を最小に食い止めるためには国際規格の制定が有効な手段になり得るとの結論に達した。国際標準化機構（ISO）に対して、環境に関する国際規格化を要請した。1996年6月、環境マネジメントシステム規格のISO14000シリーズが制定された。ISO14000シリーズとは、ISO（International Organization for Standardization, 国際標準化機構）がまとめた環境マネジメントシステムに関する国際規格の総称。環境マネジメントシステム（以下EMSと呼ぶ）とは、各企業が企業経営のなかで環境に与える負荷をできる限り減らすように配慮したシステムである。国内では海外との取引の多い国際企業からISO14001認証取得が始まり、2001年7月までの5年間で、認証取得件数は6,786件に上った。2001年に入って1,500件以上取得するという勢いである。

この件数は世界のなかで、日本がダントツのトップである。以下は②英国③スウェーデン④ドイツ⑤豪州⑥米国の順となっている。ISO14001認証取得とは、組織が構築しているEMSがISO14001規格の要求事項どおり実施されているか、公正な第三者機関である認証審査機関が評価、判定し、適合していると認められることである。日本では、最近ではサービス業、中小企業の認証取得に範囲が広がっており、さらに、自治体、学校にも拡大されていく勢いであ

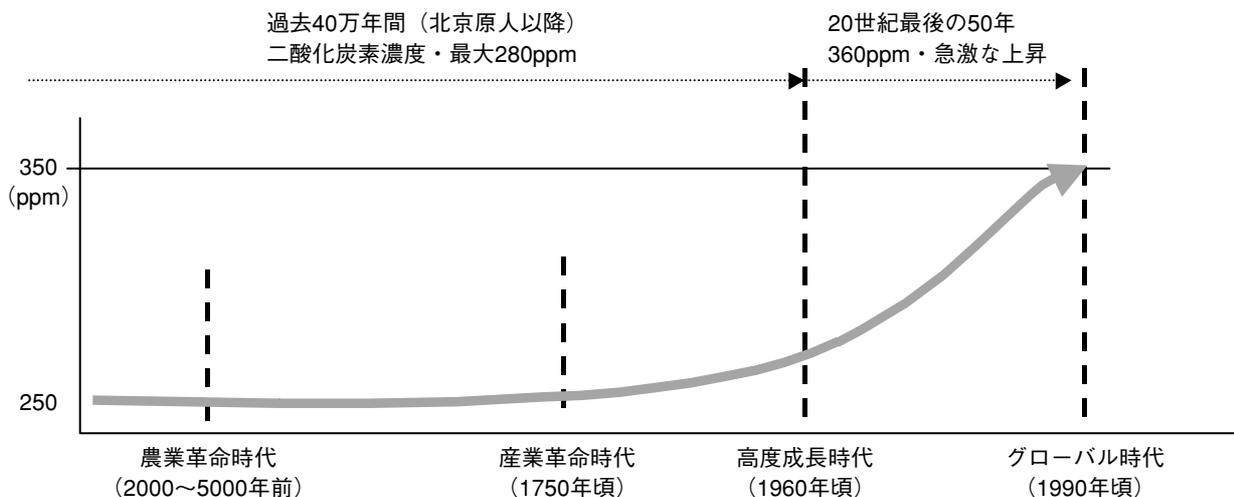


図1 地球の二酸化炭素濃度推移
 (日本経済新聞2001年9月8日北大小野教授の時論記事より作成)

る。今後は、大量生産、大量消費、大量廃棄から、適正生産、適正消費、ゼロエミッションへのパラダイムシフトが必要である。「持続可能な開発、生産」を行い、資源循環型社会の実現が今、求められている。

3. 企業における環境の取り組み状況

企業における“ものづくり”現場における環境の取り組みは、1960年代ごろは社内に組織した公害対策委員会（大気・水質・土壌汚染予防）を中心とした公害対策が主な環境保全活動であった。その後、1996年にEMSの国際規格ISO14001が発行され、同年に国内でJIS化され、ISO14001認証取得が始まった。この認証取得をきっかけにして、規格の要求に沿った方向で、企業での環境保全活動は発展した。その活動は自主的な取り組みで、かつ、計画（Plan）→実行（Do）→監視（Check）→見直し（Action）のPDCAサイクルになっており、しかも継続的改善に繋がった循環にもなっている。この活動は、認証取得企業からさらに、取り引き関係のある関連企業にも波及し、ますます広がっている。

認証取得した企業や組織は事業活動のあらゆる面での環境配慮がなされている。この国際規格の導入事例を通して、企業における環境の取り組みを以下に説明する。

3.1 企業におけるEMSの取り組みの現状

実際に構築されたEMSの例をISO14001規格の要求に沿って紹介する。

環境方針

まず始めに企業の最高経営層による組織の環境方針が決められる。この方針は組織の活動が環境影響に対して適切であり、全従業員に周知されていなければならない。表1はA社の代表的な環境方針例である。

環境側面

次に組織が著しい環境影響を与えてしまう環境側面を特定する。組織が同意する遵法も大事な要素の1つである。影響を持ち得る範囲は、ものづくりの

表1 A社環境方針（例）

<p>A社環境方針</p> <p>理念</p> <p>A社は、地球環境の保全が人類共通の最重要課題の1つであることを認識し企業活動のあらゆる面で環境の保全に配慮して行動する。</p> <p>方針</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 企業活動が環境に与える影響を的確にとらえ、技術的、経済的に可能な範囲で環境目的・目標を定めて、環境保全活動の質の継続的な向上を図る。 2. 環境関連の法律、規制、協定などを遵守し、さらに自主基準を制定して一層の環境保全に取り組む。 3. 省資源、省エネルギー、リサイクル、廃棄物の削減に企業活動のすべての領域で取り組む。 4. オゾン層破壊物質、地球温暖化物質、有害物質など環境に負荷を与える物質は、可能な限り代替技術の採用、代替物質への転換・回収・リサイクルなどを行い、削減する。 5. 環境負荷低減型の商品づくりおよび技術開発を行う。 6. 環境監査を実施し、環境管理の維持向上に努める。 7. 環境に関する社会活動により、社会に貢献する。 8. 環境教育、社内広報活動などを実施し、全社員の環境基本方針の理解と、環境に関する意識向上を図る。 9. 環境に配慮した技術、材料および商品の開発、環境管理の実施状況について必要に応じて公開する。 <p>—この環境基本方針は、社内外に公表する—</p>
--

現場から企業の立地する地域や販売された先の商品の消費国や地域にまで及ぶ。

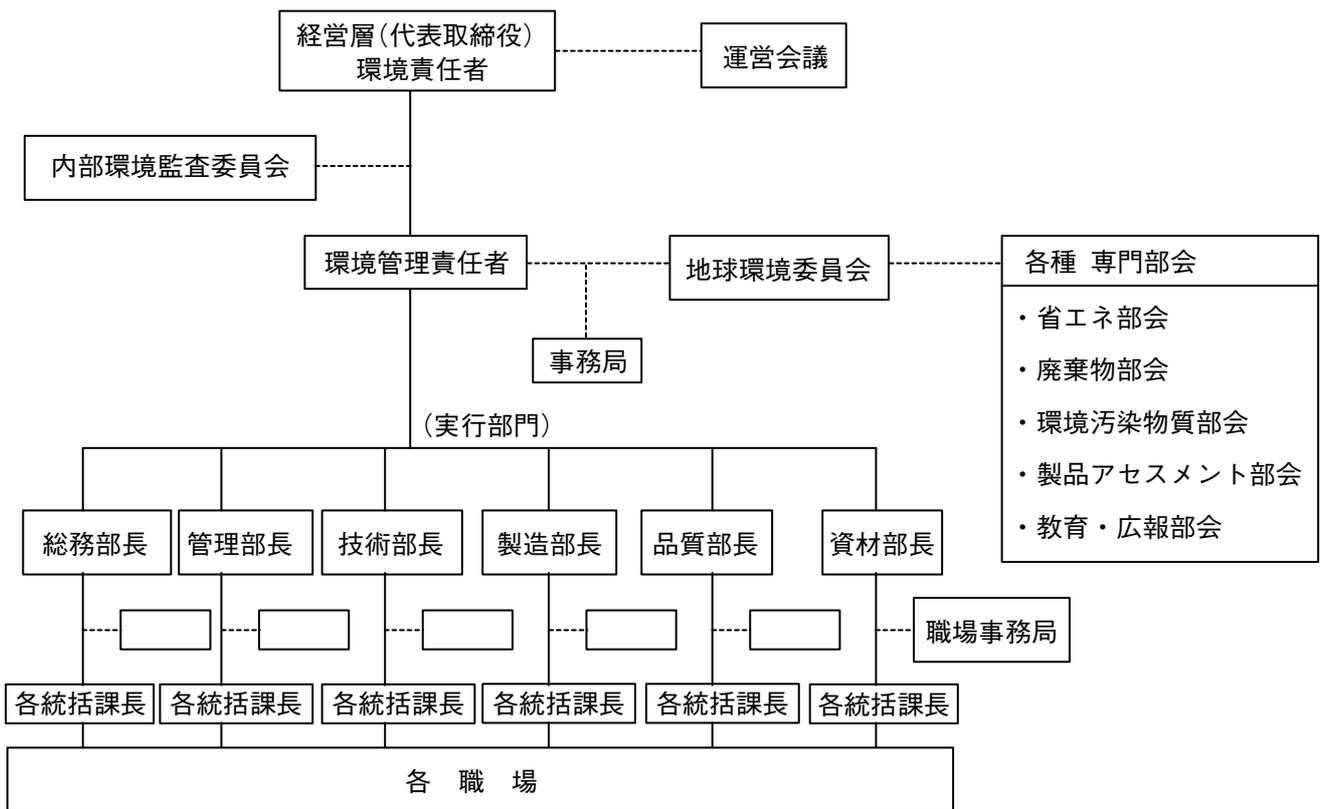


図2 A社 環境マネジメント組織 (例)

環境行動計画

この環境側面と遵法から組織の環境行動計画を作成する。この計画は3～5年後の中期目標を立て、組織の方向を示すと同時に1年単位の目標を各部門が立て、その目標達成プログラムを策定する。各部門ではこのプログラム実施と運用のために、体制および責任を明確にした、組織を構築する。図2は組織の例である。

実行組織は特別の環境活動組織ではなく、通常業務の組織と遊離しない配慮がなされている。地球環境委員会は毎月1回定期開催され、毎月の活動パフォーマンス進捗確認と年度計画の総括および次年度年間活動計画の審議などを行っている。専門的な事項については環境管理責任者の諮問機関として、各種専門部会が組織され、審議されている。一般的に代表的な専門部会としては省エネ、廃棄物、汚染物質対策、製品アセスメント、教育・広報などがある。この専門部会は各専門関連部門から選出された委員から構成され、活動の課題を検討している。特に新

しい環境技術開発が大きな課題となっている。

教育・訓練

組織構成員に対する教育・訓練も毎年、階層ごと実施されている。特に環境に著しい影響を生ずる作業を行う人すべてに対する適切な訓練が重要である。ものづくりに関係する製品アセスメント（製品の環境配慮設計評価）については社内で育成された教育インストラクターにより、設計者全員に毎年教育訓練がなされている。

コミュニケーション

組織の内部、外部の利害関係者とのコミュニケーションも行われている。組織の内部ではものづくりの直接部門とそれをサポートする企画、資材、技術部門などの間接部門とのコミュニケーションが、地球環境委員会や専門部会と連携して行われている。

組織の外部とのコミュニケーションは周辺住民を始め、取引業者、お客様、株主など組織との利害関係者との間で行われている。最近では外部に対して、活動の結果が明確な形で提示できるコミュニケーシ

ョン手段としての環境報告書の発行やホームページ等で情報公開がなされている。この報告書には環境会計を記載し、環境投資金額を明確にしてその効果を明らかにしている。その他、環境ラベル表示、展示会、講演、広告などで積極的に環境活動の公開を外部に対して行っている。

緊急事態対応

緊急事態への準備と対応でリスクマネジメントシステムを構築し、定期的にテストも行っている。特に環境の場合は緊急事態が発生した場合の被害は億単位の損害になる。リスクを未然に防止するためにシステムを作り、定期的にテストが必要である。最近の土壌、大気汚染などの環境汚染事故は普段からの体制、訓練が重要である。

監視・測定

これらの活動は監視、測定を定常的に行い、不適合が発生した場合は是正措置が決められた手順で正しく実行されている。

内部監査

組織は定期的にシステムが正しく運用されているか、内部監査員による内部監査を実施する。この結果は組織の最高経営層に報告され、組織の見直しに生かされる。

見直し

組織の経営層はEMSが継続して適切かつ妥当で有効、確実にするために、見直しを毎年の年度計画修了時に行っている。こうして、EMSは継続的に改善され、地球環境に配慮した、環境にやさしいものづくりが実施される。EMSは認証を取れば終りではなく、毎年の外部審査機関によるサーベイランス審査により、システムの継続・維持確認がされている。この取り組みを確実なものとする方法の1つとして、部門や個人の業績評価と連動させて環境活動を評価する企業も出始めている。

次に実際の環境配慮活動事例を紹介する。

3.2 製造部門における環境保全活動事例

製造部門における主な環境保全活動はおおむね、次の3つに分類される。

省エネルギー

製造時の使用エネルギー削減と化石燃料の代替エネルギーへの転換がある。活動事例としては、製造現場で、電力消費の大きい空調設備を低消費電力モータの設備に切り替えたり、生産を計画的に集中連続生産し、それ以外のときは空調を止めることにより、大きな省エネルギー効果を出している。また、コージェネレーション設備の自家発電設備を導入し、電力供給と同時に熱源を利用して温水や暖房に使い、エネルギーの有効活用で省エネルギーを実施している。現在、二酸化炭素などの温室効果ガスによる地球温暖化防止に向けて、石油資源エネルギーから自然エネルギーの風力、太陽光や燃料電池などへの転換の活動が活発になってきている。

省資源

製造で使用する副資材の使用量削減や排出物をゼロにするゼロエミッション活動がある。活動事例としては、製造で使用する副資材には、始めから廃棄物になるものは買わない、受け入れないという使用抑制（Reduce）がある。納入部品のキズを防止する包装を止めて、輸送専用の容器を使用した例がある。部品を輸送する梱包材を納品後メーカーに引き取ってもらったり、梱包を無くした専用の輸送ケースをリターナブル（循環使用可能）なものに置き換えて、使用済み副資材を何回も再使用（Reuse）して、梱包材廃棄物をゼロにした例もある。また、廃棄物を他の熱源や他の物質に変換したり、元の材質に戻す再利用（Recycle）などがある。

汚染予防

製造で使用する副資材に含まれる環境に有害な化学物質の使用削減や無害な代替物質への切り替えがある。活動事例としては、製造している国、地域の環境関連法に則して、環境有害物質を使用禁止、廃止、削減などに分類して、設計者に明示して具体的な取り組みに繋がるように方向づけをしている。この活動のなかから無害な代替物質の研究開発が行われ、開発されたものはできるだけ早い時期に切り替え導入が図られている。

その他、使用の環境関連法規対象物質も明らかにして管理がされている。

3.3 製品設計部門における環境保全活動事例

製品の開発・設計部門では製品の環境配慮を評価するシステムを作り、通常の品質管理のイベントに組み込んで、製品の開発、設計、製造、使用、配送、使用後の廃棄までの製品ライフサイクルに合わせた各段階での環境負荷削減目標を立て、その環境配慮の確実な実行を評価している。製品の環境に配慮する主な対策は次の3つに分類される。

製品の省エネルギー

活動事例としては、製品使用時の消費電力削減と待機時の消費電力削減の回路設計がなされている。

製品の省資源

活動事例としては、製品を従来の重厚長大の形態から軽薄短小化を図って、使用資源をできるだけ最小になるようにしている。廃棄後の資源リサイクルがしやすいようにプラスチック部品に材料表示を入れたり、締めつけビス本数の削減やブロック解体が容易な構造にして分解性、解体性を改善している。使用材料にリサイクル部品や材料を積極的に使用したり、製品寿命を延ばす設計配慮も行っている。

製品からの汚染の予防

製品含有有害物質の使用量削減がある。活動事例としては、製品の廃棄処理後の埋め立て地からの鉛溶出を防止するために、基板に使用されている鉛はんだを無鉛はんだに切り替えが始まっている。有害と言われている塩化ビニールやオゾン層破壊物質(CFC, HCFC, 臭化メチル)や発ガン性物質(アスベスト, PCB, 塩化ビニールモノマー, ベンゼン等)の使用禁止や揮発性有機溶剤(VOC)の使用削減が図られている。

以上の製品対策は開発、企画の各担当者には活動の方針を示し、教育や作業マニュアル等の指導で徹底している。製品アセスメントに製品の運搬や廃棄時の環境配慮も評価するLCA(ライフサイクルアセスメント)の考えを取り込む方向にある。

3.4 新しい環境技術開発

この活動を継続、発展させるためには、常に新しい環境技術開発が必要である。最近の主な環境技術開発は以下のとおりである。

- (1) 自然エネルギー開発と導入技術(風力, ソーラー, 地熱, 廃棄物発電, 燃料電池等)
- (2) 有害物質の代替物質の開発と導入技術(プラスチック代替の生分解性プラスチック等)
- (3) リサイクル技術(廃プラスチックの原材料化技術等)
- (4) 省エネルギー技術(回路, 半導体の開発等)

さらに活動は設計や製造に限らず、サポート部門(企画, 資材, 品質管理, 研究, 経理など)の事務部門での役割分担に応じた活動を通して、設計者へのフィードバックをしている。特に資材部門ではグリーン購入システムを活用して部品含有有害物質情報を入手し、その情報を設計者へ提供している。日常的には環境配慮された物品や材料の購入に努めている。

4. おわりに

日本経済はバブル経済の崩壊後10年間多額の財政投入をしても回復しない危機的な状況にある。

“ものづくり”が中国にどんどんと移転していき、国内空洞化が叫ばれている。日本の今後のあるべき姿として、公害防止技術に関して進んでいる日本から、大気汚染防止の1つである脱硫装置のような環境改善に優れた技術や商品を、途上国へ輸出していくことが必要ではないだろうか。ものづくりの現場で環境にやさしい技術開発に取り組むことにより、循環型社会の形成と同時にその技術をアジアや世界に輸出していくのが日本の役割と思われる。

これから社会に巣立っていく学生には、この時代の流れを理解し、実際的な演習を通して環境配慮した“ものづくり”, すなわち地球にやさしい“ものづくり”教育・訓練の体得が、今、必要である。

<参考文献>

- 1) 株日本総合研究所, 井熊 均: 『企業のための環境問題』, 東洋経済新報社.
- 2) 古川清行: 『環境問題最前線』, 東洋館出版社.