

環境に優しいものづくりと人づくりについて

Relationship between environmentally-friendly manufacturing and human resource development

秦 啓祐, 小川 和彦, 定成 政憲, 岡部 敏弘

Keisuke Hata, Kazuhiko Ogawa, Masanori Sadanari, and Toshihiro Okabe

Manufacturing is closely related to environmental problems. In all processes of commercializing materials, we must be environmentally friendly. In particular, it seems that the load on the environment is great during processing.

To that end, it is necessary to cultivate personnel who acquire environmentally friendly skills. The following two points are conceivable as a method of human resources development. Train by incorporating environment-related subjects (department and practical skills: For example, regarding effective utilization of residual materials or waste materials generated during training) into the training curriculum. Train while constantly conscious of 5S's efforts, feelings of treating things, and Mottainai feelings.

Keyword: Environment, Design and Manufacturing, Zero emission, Mottainai, human resources development

1. はじめに

ものづくりは環境問題と密接な関係にある。「もの」を生産する場合、そこには必ず加工が関わっており、環境に優しい加工が求められている。材料・道具、そして加工に携わる人を含めた全てにおいて環境に優しくなければならなくなっている。「加工」、すなわちものづくりを行うのは「人」である。加工に携わる人の意識そして行動等が、加工を行う上で環境対策に大きな影響を及ぼすと考えられる。環境問題をテーマとした書籍¹⁾によれば、人々の行動(意思、意欲)を変えることで最大2割の省エネが可能であるというアメリカおよびEUからの調査報告がある。意識の仕方、行動の振る舞い方が大きく影響してくるものと考えられる。

一方、「もの」を取り扱う場合、「ものを大切に」と思う気持ち(以下、「ものを大切に」と記す)、「もったいないと思う気持ち(以下、「もったいない」と記す)」を持つことが重要である。ものづくり分野においては、これらの気持ちの持ち方次第で「もの」に対する扱い方が変わってくると考えられる。言い換えると、これらの気持ちが環境に影響を与えると考えられる。

環境問題に対する取り組みとして、文部科学省では若い世代を対象に以下の取り組みを行っている²⁾。環境・エネルギー学校派遣事業の取り組みで、体験型の授業で地球温暖化の実験、廃棄材料の有効利用を目的とした間伐材を使った工作等を体験することにより、若い世代に環境に対する意識を高めさせていこうとする取り組みを

行っている。

環境問題に対しては世代を超えて真摯に向き合わなければならない課題である。特に、ものづくりに携わっている人は、環境問題に大きく影響を及ぼす立場にあると言える。ものづくりは、材料を扱う。材料の扱い方、すなわち「ものを大切に」、そして「もったいない」という意識の元で、廃棄される材料の有効活用が大切である。そのためにも、材料を無駄にしないといった環境問題に対応できる人材が必要である。このことについて職業訓練の分野から捉えてみると、指導する立場として、環境に優しいものづくりのできる人材を育成していかなければならない。そこで、本誌では、材料の有効活用を例に、「ものを大切に」及び「もったいない」を意識させた指導及び訓練カリキュラムについて述べてみたい。

2. 廃棄材料の有効活用の取り組み

環境対策のための取り組みに、「ものを大切に」、「もったいない」を基本とするゼロ・エミッション³⁾の取り組みがある。1994年に国連大学が提唱した概念で、廃棄物として捨てられているものを有効活用することによって廃棄物の発生量を減らし、燃やしたり埋め立てたりすることをゼロに近づけることである。この具体的な例として、青森県で立ち上げている「あおりバイオマス材料研究会」がゼロ・エミッションに取り組んでいる。図1に廃棄材料のりんごの木を示す。図2～図4に、ゼロ・エミ

ッションの取り組みとしての廃棄材料のりんごの木を有効活用して製作した製品を示す。廃棄材料となっているりんごの木を使って、印鑑、ペン置台、栓抜き、テープカッターの台（図2）、トレイ、照明器具の笠等に利活用したものである。図3は、りんごの木を炭焼きする際に発生する煙から生成した木酢液であり、農業用あるいは土壌改良用等に利用できるものである。図4は、木酢液を蒸留して生成した液であり、燻製する際の香り、着色用として利用するものである。更には、りんごの搾りかす、皮、りんご搾り等からのりんごシールド、そしてりんご創作炭等の製品化に向けた取り組みも展開している。



図1 廃棄りんごの木



図2 テープカッターの台



図3 木酢液



図4 燻液

3. 人づくりと指導

3.1. 5Sの取り組み

日常生活で整理・整頓・清掃・清潔、そして躰（以下、5Sと記す）が取り組まれているが、ものづくり分野での5Sの取り組みの有無は生産性に大きく影響を及ぼすと考えられる。5Sに取り組むと、以下の様な効果が生まれると述べている。「生産性が向上する」、「最少必要な在庫にすることが可能である」、「過剰在庫が削減可能である」、「快適な職場環境を確保することができる」、「改善を通じて管理監督者や人材の育成が可能である」、「快適環境職場を確保できる」等の効果が表れる⁴⁾等である。環境問題のキーワードに、「無駄を出さない」、「二酸化炭素の削減」、「省エネ」、「リサイクル、リユース、リデュース」等が挙げられているが、上記した5Sに取り組むことによって生まれた効果は、環境問題のキーワードに繋がってくると思われる。すなわち、環境対策のための基本は、5Sに取り組むことである、と思われる。

3.2. エコものづくり研修

平成27年、職業能力開発総合大学校にて、環境に優しいものづくりに対応できる人材を育成することを目的に、指導員研修【技能・技術実践】「エコものづくり研修」

（環境に優しいものづくりをこの研修では「エコものづくり」と称している）を開催し、この研修の一部を担当した。表1に研修カリキュラムの内容を示す。

表1 研修カリキュラム

日程	午前	午後
1日目	エコマテリアル及びエコものづくりの現状 (1)エコマテリアル利用の現状と課題	(2)循環型社会形成推進基本法の概要 (3)エコエネルギーの取り組み事例
2日目	LCA評価によるエコものづくり (1)わが国におけるバイオマス利用の現状について、(2)LCA評価について	事例発表1 (3)成型ボードの製作その1
3日目	循環型機能性素材を使った製品の開発 (1)りんごの木の根っこを木材加工した製品開発、(2)りんごの木をスライスした製品開発	(3)ウッドセラミックスを用いた熟成装置の開発
4日目	循環型処理技術を使った製品開発 (1)バイオマス資源の炭化処理による製品開発、(2)りんご創作炭による製品開発	(3)木材熱分解による木酢液と木酢油の製造方法及びその利用
5日目	事例発表2多孔質炭素材料・ウッドセラミックスの開発 (1)成型ボードの製作その2	(2)温度センサー (3)燃料電池の電極への応用 確認テスト及び研修成果を訓練へ効果的に展開するためのディスカッション

本誌では、この研修の3日目（午前：循環型機能性素材を使った製品の開発）に担当した研修を中心に報告する。

3.2.1 ペーパーナイフの製作

5Sの取り組みを意識したものづくりを体験する研修で、図5に示すりんごの木の剪定材を使ったペーパーナイフを製作した。ペーパーナイフの製作の過程でどの様な5Sの取り組みができるか、使用工具、作業環境、そして加工方法等から探ってみた。



図5 ペーパーナイフの製作例

表2は、りんごの木の剪定材からペーパーナイフを製作する過程において、各工程での環境に配慮した加工に及ぼす加工条件の影響について示す。

表に示している環境に優しい加工を行うために要求される加工条件の影響について、5Sに取り組むことによる効果について探る。一般に、材料を加工する際、以下に示す様な要因が材料の品質に影響を及ぼすと考えられる。

1) 材料の品質の維持、2) 刃物の適切な選択、3) 材料特性（機械的特性、物理的特性、化学的特性、電気的特性等）に合わせた適切な加工条件の設定、4) 工作機械の

保守点検, 等が挙げられる。加工品質に影響を及ぼすこれらの要因の状態の良し悪しを左右するものの一つに 5S の取り組みが関わってくるものと思われる。

5S を取り組むという効果について, 以下のことを探った。

工作機械の清掃・点検が不十分である場合, 以下の影響が発生することが予測される。

1) 工作機械の精度が低くなり, 加工精度が低下する, 2) 材料及び工具に無駄が発生し, 必要以上の材料を使用することになる。

そこで, 使用前・使用後の 5S の取り組み, 具体的には機工具類の清掃・点検が必要となる。常に 5S の取り組みを意識行動することにより, ものづくりを行う環境の状況を把握することができるようになり, 最適なものづくり環境を構築することが可能になるとと思われる。

表 2 環境に配慮した加工に及ぼす加工条件の影響

加工工程	使用工具類	環境に配慮した加工に影響を及ぼす加工条件
① デザインの検討		①-1)機能性からの形状の考案、①-2)素材の選択、①-3)簡易で無駄の少ない形状の検討、①-4)安全な加工を考慮した形状の検討
② 材料の木取り	糸のこ盤、帯のこ盤、のこ、切りだしナイフ等	②-1)材料特有の特性から捉えて、②-2)適切な工具類の選択(損耗度の面から)及び安全性、②-3)機械本体の保守点検、及び工具類の手入れ・保守点、②-4)材料の特性を考慮した木取り方
③ 木取り出した材料の加工	カッター、切り出しナイフ、紙やすり、研磨機等	③-1)材料特性(例えば、強度面)から捉えた加工方法の検討、③-2)使用工具側から:適切な工具類の選択(損耗度の面から)及び安全性、③-3)カッター、ナイフの刃先の手入れ・保守点検
④ 仕上げ	例えば、ミソロウ	④-1)材料に適した仕上げ方法、④-2)環境に配慮した塗装の選択、④-3)使用済みの塗料溶剤の処分方法、④-4)塗装器具類のメンテナンスの状態、

3.2.2. りんごの木(剪定材)の有効活用例

今回実施した研修でのキーワードは、環境に優しいものづくりを行うことである。そのためには、「5S の取り組み」、「ものを大切に」、「もったいない」をものづくりの展開の中で意識することであった。この研修では、廃材の対象となっている剪定材の有効活用としてペーパーナイフを製作することであったが、ペーパーナイフのために使用した材料以外の残り部材についての更なる有効活用を考えていただいた。図6は、研修の2日目と5日目に取り組んだ課題(事例発表1, 事例発表2)を示す。廃材として捨てられる材料の有効活用に取り組んだものである。

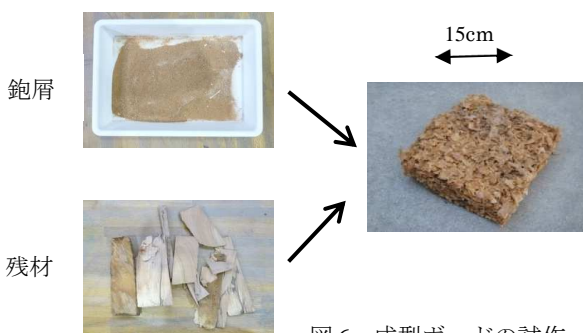


図6 成型ボードの試作

鉋屑とチップ状に粉碎した残材に接着剤を混練してボード状に成型した材料を試作したものである。

利用できるものは利用するという考え方の元で試作した材料である。この試作した材料の使い方としては、建材(断熱材として)への利用を考えているが、これから色々と改良を重ね、物性を調べなければならない。その他に有効活用の例について、図7に示す。

(a)は、課題の実習で使用した使用済み材料である。この材料を(b)に示す課題の実習で使うという有効活用である。使用済み材料の中でまだ使用できる材料(安全作業であることを考慮して)を利用した訓練である。「ものを大切に」、「もったいない」を感じさせ、理解させ、納得させながらの指導である。(c)は、のこ屑及び鉋屑の利活用例である。畑等への肥料材(d)、あるいは炭化して調湿材の原料(e)として利活用させる新たな材料への使い方がある等、用途について考えさせる指導である。

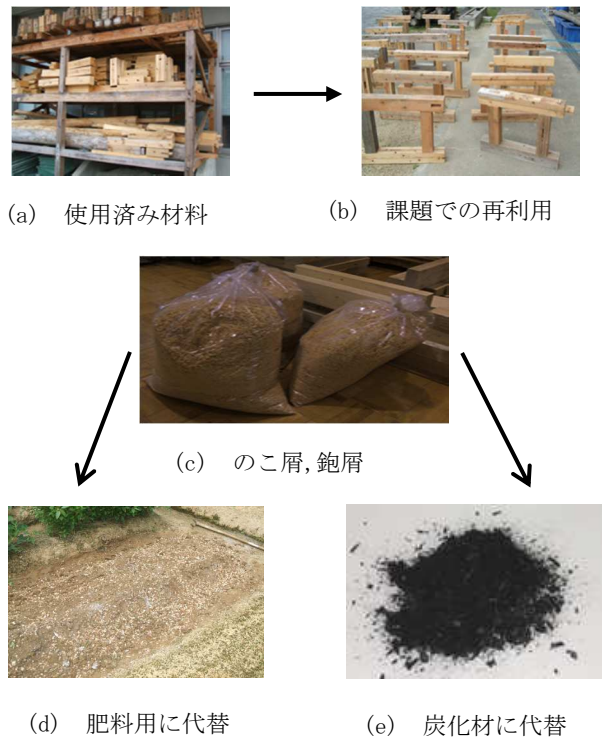


図7 使用済み材料の有効活用例

3.2.3. アンケート

ペーパーナイフの製作についてアンケートを実施した。以下にアンケート内容を示す(一部抜粋)。

(5S を意識した取り組み)

- ・掃除片付けを主体的に実施する。
- ・材が無駄なく取れるように、デザイン性と機能性を検討する。
- ・蜜蝋による拭き仕上げにおいて、乾燥が早くなる様、そしてムダに使用せず、少量ずつ使用するように心掛ける。

(5S を訓練生に指導する場合の指導方法について)

- ・指導員が、掃除片付けを主体的に実施する。
- ・工具類の整理・整頓に関しては、常に工具等が整然

と並べられていることを、視覚的に示す。

- ・徹底した実習後の清掃や後片づけを習慣づけることで、片付・清掃の習慣を身につけさせる。
- ・手本を示し、5Sのポイントを作業ごとに指導する。(5Sの取り組みは、環境対策に有効かについて)
- ・研修参加者全員、有効と回答。
- ・安全性、生産性の向上、廃材の減少に有効であるが、廃材をどのように有効活用するかが問題である。(その他)
- ・建築廃棄物の再利用を始め、リング剪定材など未利用の材料が建材や日用品として簡単に利用できる事を学んだのは有意義であった。
- ・今後このような新たな研修のPRと共に、セミナーとして各施設で開くことのできる環境が必要と思われる。
- ・5Sと環境対策が関係しているということをこの研修で理解することができた。
- ・発想と研究によって再利用できたものが製品化され、エコものづくりになるのかと感じた。
- ・まだまだ発想することにより、再利用できるものがたくさんあると思う。

以上、アンケート内容である。この研修を機会に、5Sの取り組みを常に意識していただければ幸いである。5Sの取り組みと環境対策が有効な関係にあることが明らかとなった。

3.3. 訓練カリキュラム

一般に、人材を育成する場合、育成の目的に合わせたカリキュラムが用意されており、そのカリキュラムに従って育成される。これと同様に、環境に優しいものづくりに対応できる人材を育成するための訓練カリキュラムが必要となる。そこで、一案として学科及び実技による訓練カリキュラムを計画した。

1) 学科：全科共通のカリキュラムを実施する。

その1、環境概論Ⅰ（仮称教科名）

（学科：エコマテリアルについて、エコマテリアル利用の現状と課題、循環型社会形成推進基本法について）
その2、環境概論Ⅱ（仮称教科名）

（学科：エコエネルギーの取り組み事例、LCA評価によるエコものづくり、バイオマス利用の現状について、再生可能エネルギーの実情、LCCM、CASBEE等）の座学形式のカリキュラムを設定する。

2) 実技：各科で実施するカリキュラム

各科で実施する実習課題の中に5Sの取り組み、「ものを大切に」、「もったいない」を意識させながら課題に取り組む指導を行う。

実技での具体的な指導方法について、実習課題集（表3 ユニットシート：解体工事）を例に、以下に示す。

一つ目として、到達水準の項目に、「環境に配慮した作業ができる」内容を盛り込む。二つ目として、教科の細目

表3 ユニットシート

ユ ニ ッ ト シ ー ト (案)					
氏 名					
ユニット	解体工事	分類番号	HP103-X050-1	目 己 評 価	指 導 員 確 認
到達水準	(1) 解体工事の手順について知っていること				
	(2) 解体工事ができること				
	(3) 安全衛生作業ができること				
	(4) 環境に配慮した作業ができること				
教科の細目	内 容			訓 練 時 間	
概要	(1) 解体工事の手順 (2) 高所作業の要点 (3) 産業廃棄物の処理			3	
解体工事	(1) 解体の準備、養生 (2) 解体作業 (3) 後片付け、清掃			13	
安全衛生	(1) 安全衛生作業について			1	
環境作業（仮称）	(1) 5Sの取り組み（グループ提案、プレゼンテーション） (2) もったいない、ものを大切に（グループ提案、プレゼンテーション） (3) ムダの排除（グループ提案、プレゼンテーション）			1	
				3	15
使用する機械器具等	パール、玄能、かけや、インパクトドライバ、保護帽、安全带、脚立				
備 考					

※自己評価欄にはA、B、Cを記入する。

の項目に、「環境作業（仮称）」内容を盛り込む。三つ目として、教科細目の内容に、「5Sの取り組み、もったいない、ものを大切に、ムダの排除」等の指導等を盛り込む。

赤字で示した部分が、新たに盛り込んだ内容である。教科の細目部分における環境作業の進め方について具体例を示す。表4にユニットシートを示す。ユニット名は、廃棄材料の有効活用（仮称）である。実習課題（解体工事）で発生した残材あるいは廃材の材料についてどの様な活用ができるのか、グループ討議によるアイデアの提案、そ

表4 ユニットシート

ユ ニ ッ ト シ ー ト (案)					
氏 名					
ユニット	廃棄材料の有効活用（仮）	分類番号		自 己 評 価	指 導 員 確 認
到達水準	(1) 使用済み材料の特徴、特性について知っていること				
	(2) 材料に対する適切な加工法について知っていること				
	(3) 材料の特性を生かした加工ができること				
	(4) ムダの無い作業ができること				
	(5) 安全衛生作業ができること				
	(6) 環境に配慮した作業ができること				
教科の細目	内 容			訓 練 時 間	
概要	(1) エコマテリアル利用の現状と課題 (2) 材料の特徴、特性 (3) 機工具類の特徴と選択 (4) 廃材の後処理			3	
製作作業	(1) コンセプトの選定 (2) デザインの決定 (3) 加工手順 (4) 機工具類の取り扱い			13	
安全衛生	安全衛生作業について			1	
環境作業（仮称）	(1) 5Sの取り組み（グループ提案、プレゼンテーション） (2) もったいない、ものを大切に（グループ提案、プレゼンテーション） (3) ムダの排除（グループ提案、プレゼンテーション）			1	
				3	15
使用する機械器具等					
備 考					

※自己評価欄にはA、B、Cを記入する。

してプレゼンテーション等を訓練生に体験させる指導を行う。この課題は、1 時間程度の訓練課題を想定している。そして更に、この訓練で提案・プレゼンテーションした内容を具体的に製品化させる指導を行う。

以上、環境に配慮したものづくりを指導する上での訓練カリキュラムの一案である。

4. まとめ

環境対策の取り組みについて、りんごの木を例にゼロ・エミッションの取り組みを紹介し、環境に優しいものづくりに対応できる人材を育成するための訓練カリキュラムを示した。

環境に優しいものづくりができるための人材を育成する基本として、5S の取り組み、「ものを大切に」、「もったいない」を常に意識させる指導が重要である。環境を意識した行動、無駄のない材料の使い方、廃棄材料の有効な使い方等の指導が必要と思われる。

山本五十六氏の「やってみせて、言ってみせて、ほめてやらねば、人は動かじ」の言葉を指導の基本に、5S の取り組み、「ものを大切に」、「もったいない」を根気強く繰り返し、指導していくことが肝要と思われる。

謝辞

「あおもりバイオマス材料研究会」によるゼロ・エミッションの取り組みは、以下の関係者の方々を中心に取り組んでいます。この場を借りてご協力感謝申し上げます。奥谷悟・今井公文・奥山和哉(株式会社ランバーテック)、小野堅治(弘前丸魚株式会社)、樽澤秀任(有限会社こうなん食品)、笹森賢司(弘前市立第二中学校)、須藤朗孝(東弘電機株式会社)、木村崇之((有)木村木品製作所)、田中央((株)田中デザインオフィス)、村谷要(弘前商工会議所)、新渡戸満男(元弘前商工会議所会頭)(敬称略)

参考文献

- [1] 「環境ビジネス春号」株式会社 日本ビジネス出版, 2016

年 4 月 1 日発行, p.66-67

- [2] http://www.mext.go.jp/a_menu/kankyo_gakushuu/index.htm, (参照:平成 28 年 7 月 16 日)
- [3] <https://www.wikipedia.org> (参照日:平成 28 年 7 月 13 日)
- [4] 竹田哲司, 現場の問題解決実践(在職者訓練用テキスト:独自教材), NPO テクノサポート, p20(平成 27 年 1 月 13 日)

(原稿受付 2017/01/05, 受理 2017/03/31)

*秦 啓祐, 博士(工学), 千葉職業能力開発促進センター, 〒263-0004 千葉市稲毛区六方町 274 番地, email:Hata.Keisuke@jeed.or.jp
Keisuke Hata, Chiba Polytechnic Center, 274, Roppo-Cho, Inage-ku, Chiba, 263-0004

*小川 和彦, 博士(工学) 中国職業能力開発大学校島根校, 〒695-0024 島根県江津市二宮町神主 1964-7 email:Ogawa.Kazuhiko@jeed.or.jp
Kazuhiko Ogawa, Shimane Polytechnic College, 1964-7 Kannushi Ninomiya-Cho Goutsu Shimane 695-0024

*定成 政憲, 農学博士 職業能力開発総合大学校, 能力開発院, 〒187-0035 東京都小平市小川西町 2-32-1, email:sadanari@juitec.ac.jp
Masanori Sadanari, Faculty of Human Resources Development, Polytechnic University of Japan, 2-32-1 Ogawa-Nishi-Machi, Kodaira, Tokyo 187-0035

*岡部 敏弘, 博士(工学), 近畿大学分子工学研究所, 〒820-8555 福岡県飯塚市柏の森 11-6 email:toshihiro.okabe@gmail.com
Toshihiro Okabe, Molecular Engineering Institute, Kinki University, 11-6Kasinomori, Iizuka, Fukuoka820-8555

補足

「エコものづくり研修」は 5 日間の研修であり、著者ら以外に、以下の講師の方々が担当した。

小笠原和彦, 柿下和彦, 清水洋隆, 大川正洋(職業能力開発総合大学校), 須藤朗孝(東弘電機株式会社), 福田浩二(近畿大学分子工学研究所)(敬称略)