

環境に配慮したものづくり指導について

千葉職業能力開発促進センター 秦 啓祐
広島職業能力開発促進センター 小川 和彦
近畿大学分子工学研究所 岡部 敏弘

1. はじめに

環境問題は、ものづくりに携わる製造業、そして情報・通信、サービス業、等あらゆる職種に関わってくる問題である。特に、ものづくりに関わる分野では、再利用できること、再生可能な環境配慮型であること、人体に影響の無い、有害物質を含まないものを生産する、等が要求されている。

製造現場においては、現場に携わる人それぞれが環境に対する認識を強く持つとともに、これを継承させていく必要がある。そのためには、製造現場における人材育成の中に、環境をも含めた教育が必要となってくると言える。この環境問題を教育の分野から捉えた報告¹⁾があり、これからの人材育成に環境問題は、大切な指導要素となってくると言える。

環境への取り組み方はさまざまである。環境に対する基本は、ものを大切にする「もったいない精神」を持ち、身の回りの整理・整頓、そして家庭内で発生するごみの削減等に取り組むことであると言える。著者らは、これまで環境問題とものづくりの関係について訓練指導、材料等から報告^{2),3)}してきた。

本報告では、2014年版ものづくり白書の報告の中から、これからのものづくりに関わる人材育成の在り方について、そしてものづくりと密接な関係にある環境問題に対する昨今の取り組みについて報告する。一方、この2014年版ものづくり白書の報告を基に、環境に配慮できるものづくりの人材を育成するための指導に関する研修についても提案したい。

2. ものづくり産業と人材育成

経済産業省から報告されている「2014年版ものづくり白書（ものづくり基盤技術振興基本法第8条に基づく年次報告）」⁴⁾の中で、企業と労働者の双方が構造変化に対応していくことが必要であり、企業が成長分野に進出していくことに併せて、労働者も能力開発によって新たな能力を獲得し、人材力を強化していくことが重要である、と述べている。我が国のものづくり産業は、若年者の就業者数の減少により海外に依存している部分があり、労働力を質・量の両面で確保していくことが喫緊の課題であると指摘している。その様な中、日本再興戦略（平成25年6月14日閣議決定）（抄）の中で、戦略市場創造プランが計画されており、その中の一つに、クリーン・経済的なエネルギー需給の実現（再生可能エネルギー、蓄電池、燃料電池、省エネ家電、省エネ住宅・建築物等の省エネ技術関連製品・サービス等）がある。これと並行して、幾つかの企業では、新たな産業分野で新事業を展開しており、再生可能エネルギー・環境関連分野へ進出しつつある。一方、経済産業省の「2014年度ものづくり白書」の報告⁵⁾の中で、新事業展開企業が考える新事業展開を行う際の技能系正社員に対する研修について述べている。技能系正社員に求められる知識・能力の中で、これまで重要であった知識・能力は、「基礎的な加工・組み立て技術」、「段取り能力（作業手順、方法立案能力）」であったが、これからは「製品の問題点

を抽出し、改善能力を行う能力]、「多くの工程に対応できる知識・技能」が重要であると指摘している。ものづくり人材の知識・能力に変化が求められている。更には、技能系正社員に必要な研修として、「複数の技術・技能に関する幅広い知識を習得するための研修」、「新たな技術に対応できる専門知識を習得するための研修」、「新製品の加工に必要な技能を習得するための研修」、「新たに導入する製造設備の操作に関する研修」などを挙げている。今後、企業が新事業展開をするのに併せて訓練することができるように、成長分野の訓練カリキュラムの充実などをすると共に、地域の企業ニーズに応じてよりきめ細かな対応をしていくことが能力開発の訓練で望まれると指摘している。一方、新事業展開に応じて新たな人材を採用する企業ニーズに応えるためには、ポリテクカレッジにおける高等学校卒業生等向けの学卒者訓練やポリテクセンターでの離職者訓練において、より成長分野に沿った訓練、そして企業の新事業展開のニーズに応えた訓練とすることにより、企業のニーズに沿った訓練を受けた人材をものづくり産業に送り込んでいくことが重要であると指摘している。以上、ものづくり白書から報告したが、ものづくりを担う人材の育成には、今後益々環境問題に対応できる技術・技能を身に付けなければならないことが伺える。

3. 学会・研究会にみる環境への取組み

昨今の環境対策の状況について、著者が所属する学会・研究会から報告する。

3.1 「エコものづくり研究会」(旧バイオマスの最近の進歩) (日本 MRS 学会所属)

エコものづくり研究会は、日本MRS【The Materials Research Society of Japan (MRS-J)】⁶⁾に所属する研究会(一般社団法人)である。日本MRSは、材質・用途別、あるいは業種・職種別の縦割りの既成概念を超えた、材料に関する科学技術の専門家の横断的な研究交流を通じて、学術・応用研究及び実用化の一層の発展を図ることを目的としている学会で

あり、年次大会が毎年開催されている。

「エコものづくり」研究会について、まずは立ち上げの背景から述べたい。この研究会の前身は、「バイオマスの最近の進歩」である。バイオマス関係を中心とした研究を中心に活動してきたが、昨今の環境を取り巻く動きから、平成26年12月の日本MRS年次大会より「エコものづくり」と研究会の名前を変え、以下に示す内容を中心に活動することとなった。

今後、循環型社会を展開する時代が必要不可欠となってくる。循環型社会は、できる限り地球資源を大切に使い、廃棄物を出さないように、さらに出した廃棄物もできる限り再利用しようとする環境と調和・共生する社会である。その様な時代背景に先駆けて、「エコものづくり研究会」(一般社団法人 日本MRS)は、次の4つの理念に基づき、環境と調和・共生する先進的で世界的競争力のあるものづくり産業を目指すことを目的に活動している。

①環境と調和し、環境と共生するものづくりを推進、②環境型ものづくりの促進、③循環型処理技術の推進、④環境保全活動に取り組む。

「エコものづくり研究会」は、「エコものづくり」に関する最新の研究・開発動向を調査・発表・討論し、研究者・技術者はもちろんのこと、「エコものづくり」に多少なりとも関連する分野の方々に技術情報を提供する研究会である。これらを通して「エコものづくり」に関係する産業の発展に寄与したいと考えている。

3.2 「エコマテリアル・フォーラム」

エコマテリアルフォーラムは、「サステイナブルな、マテリアルの創製とマネジメント」の方向性を追及し、それを、社会およびそれぞれの主体の施策や研究開発の中に取り込んでいくことを目指すために活動している研究会(一般社団法人 未踏科学技術協会に所属)⁷⁾である。具体的な取り組みとして、以下の活動を行っている。

持続可能な循環型社会における物質・材料の主役として、資源から廃棄までのライフサイクル全体を通じて、人にやさしく、環境負荷を最小にし、特性・機能を最大とする材料であるエコマテリアルを登場

させることを目標に活動している研究会である。学問・研究分野を超えた産学官の研究者や技術者が参加し、環境に関連した研究を行っている。

3.3 国際材料研究学会連合 (International Union of Materials Research Societies : 略称 IUMRS)

材料関連科学・工学分野における研究交流や世界第3極の材料研究ソサイエティ構築を目的とする国際学会である。その中に、アジア地域を中心に活動している学会、国際材料研究学会連合－アジア国際会議 (International Union of Materials Research Societies-International Conference in Asia : 略称 IUMRS-ICA)⁶⁾ があり、4年に1回、日本で開催されており、昨年 (2014年) の8月下旬に福岡大学を会場に開催された。

以上、エコものづくり研究会 (旧セッション名 : バイオマスの最近の進歩)⁸⁾⁻¹⁹⁾、国際材料研究学会連合－アジア国際会議の活動内容²⁰⁾⁻²²⁾、そしてエコマテリアルフォーラムから環境問題を取り巻く動きについて述べた。これらの研究会から、環境をテーマにした発表会について紹介したが、この動きは他学会等においても同様の発表会が精力的に行われている。

4. 能力開発施設での環境への取り組み

能力開発施設における環境に関する取り組みは、職業能力開発総合大学校、職業能力開発大学校及びその附属校 (ポリテクカレッジ)、そして職業能力開発促進センターと広範囲の能力開発施設で展開されている。高卒者を対象とした職業訓練では、省エネルギー化技術を活かした電気機械の設計や制御システムの保守・管理に対応できる実践技術者を育成する目的で、「電気エネルギー制御科」を開設し、人材育成を行っている。また、省エネルギー化や環境を考慮したシステムや製品の企画・開発から生産工程の改良・改善・運用・管理等に対応でき、生産技術・生産管理部門のリーダーとなり得る現場の中核人材を育成する目的で、ポリテクカレッジに「生産電気システム技術科」を開設 (2014年度) してい

る²³⁾。更に、これらの職業訓練施設では、受託研究及び共同研究に積極的に取り組んでおり、それらに関する多くの事例報告が行われている。具体的には、木質系材料 (間伐材、ペレット、竹等)、ソーラー、燃料電池、風力、等をテーマとした研究である²⁴⁾。更には、総合制作実習の課題発表、あるいはポリテクビジョンでの発表会が開催され、環境への取り組みが展開されている。正に、若年者に環境への意識を高めさせる実学一体の指導が展開されていると推測される。他方、職業能力開発促進センターでも、環境・エネルギー分野等成長分野に関する訓練が行われている。例えば、太陽光発電システム等住宅の省エネ関連の施工に関する訓練²⁵⁾、オール電化を取り入れたエコ住宅に関する訓練、そして電気自動車に関する在職者訓練等が行われている。また、その他の動きとして、エコマテリアルとLCAから職業能力開発を評価している報告²⁶⁾もある。

以上、能力開発施設での環境への取り組みについて報告した。

5. 5Sの取り組み

環境問題への取り組みに対する指導の基本は、整理・整頓、清潔、清掃、躰、そして「もの」を大切にす「もったいない」という精神を植えつけさせることからスタートしなければならない。環境対策は5S (整理・整頓・清掃・清潔・躰)、そして「もの」を大切にすることが基本と言える。これからのものづくりの指導においては、「5S」と「もの」を大切にす精神を基本に展開しなければならないと思われる。

図1～図3は、材料の有効利用、再利用について、居住系でのものづくり訓練を通しての指導例を示す。図1は、使用済みの材料を使つての新たな実習課題 (基本作業) への取り組み例である。図2は、おがくずの土壌改良の材料としての有効利用例である。図3は、木材あるいは木質系材料を炭化処理して得られる調湿材、あるいは吸着材としての新たな使用例である。その他、居住系以外の機械系でも材料加工における指導が、そして電気・電子系でも配

線工事の指導において環境に対応した指導が展開されている。ところで、5Sを実施すると、以下の様な効果（ものづくり現場で）が生まれると言われている²⁷⁾。「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」等の効果が表れると言われている。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、5Sの実行により「最少必要な在庫にすることが可能である」と「過剰在庫が削減可能である」の効果が表れるのは、環境問題のキーワードそのものであると言える。すなわち、環境対策の基本は、5Sを実行することであると言える。

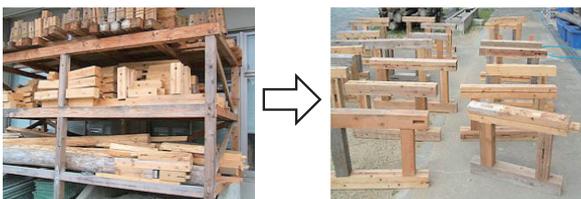


図1 使用済み材料の再利用例



図2 おがくずの有効活用例



図3 木材、木質材料の炭化処理としての利用例

6. これからのものづくり指導に向けて

今回、これからのものづくりの指導を行うに当たり、能力開発分野に所属する指導員を対象に、環

境に配慮したものづくりの指導ができるためのスキルを支援する研修を計画した。この研修は、エコものづくり研究会で展開している活動を基に計画したものである。研修のタイトルは、「エコものづくり」である。平成27年8月に、職業能力開発総合大学校で実施する指導員を対象とした指導員研修である。研修の具体的な内容を、以下に示す。

6.1 研修の目標

環境に配慮したものづくりに対応できる人材を育成するための指導員の指導力について支援するために、「エコものづくり」研修を計画した。ものづくりを行う場合、1) 再利用できること、2) 再生可能な環境配慮型であること、3) 人体に無害であること、4) 有害物質を含まないこと等に配慮する必要があると言える。

昨今の材料開発においては、リサイクル・リユース・リデュースという目的で、様々な材料が開発されている。循環型処理技術を駆使して開発された循環型機能性素材の一つに、木材あるいは木質系材料の植物系材料に補強材を含浸させ、これを焼成して得られる多孔質炭素材料・ウッドセラミックスの開発²⁸⁾がある。図4は、多孔質炭素材料・ウッドセラミックスの製造工程を示す。

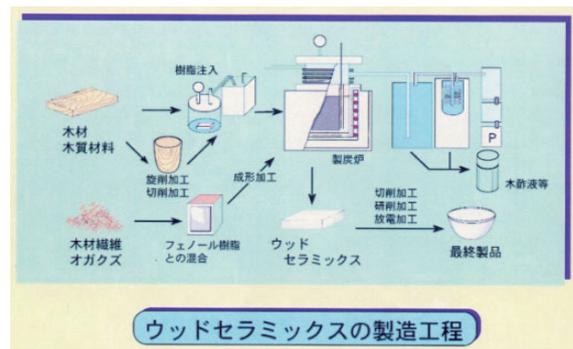


図4 ウッドセラミックスの製造工程

ウッドセラミックスは、建築廃材や古紙、リング搾り滓、オカラ、家畜排泄物、生ゴミなどを細かく粉碎し、これらをプレスし板状にしたものを原料として使用することも出来るので、増え続けるごみ問題の解決の糸口として期待されている。ウッドセラミックスは、電波を遮断する等の性能を有する

ことから、医療機関や一般住宅向け建築資材として幅広い用途が見込まれ、市場性が高い。建築資材として電波遮蔽性、調湿性、断熱性、脱臭性、吸音性の多機能を合わせ持った特徴を有する。

ものづくり、言い換えると、「ものを作る」ことは、材料及びその材料を加工することからスタートする。そこで、今回提案している研修は、ものづくりの工程の中で最初に取り扱う「材料」を題材にしている。

循環型機能性素材の一例として、図5に材料の有効利用を示す。りんごの木あるいはりんごの木の根っこ²⁹⁾を使ったテープカッターのボックスとしての有効利用例である。



図5 りんごの木の有効利用例

そこで、今回提案している研修では、以下の内容を目標としている。

エコマテリアル及びエコものづくりの現状と課題、そして循環型機能性素材及び循環型処理技術を使った製品開発について学び、環境に配慮したものづくりの指導を行うために必要な技術と開発手法を習得することを目標とする。

具体的な研修内容について、次節に示す。

6.2 研修カリキュラム

学科と実習で構成された5日間の研修である。

学科では、環境材料のエコマテリアルに関する最近の動向及びエコものづくりの立ち上げの経緯と循環型社会形成推進基本の内容について解説する。そして、木材あるいは木質系材料のバイオマス資源を使った循環型処理技術と循環型の環境材料の機能性素材について紹介する。更には、バイオマスに関する最近の動向、バイオマスの利用、バイオマスによる産業の創出、バイオマスエネルギーの利用、そしてバイオマス物流について解説する。

一方、実技では、循環型機能性素材を使った、例えばリンゴの木の素材を使っての5Sに配慮した製品開発プロセスの体験、そしてバイオマス資源の炭化処理による製品開発について習得する。

7. おわりに

環境とものづくりは密接な関係にある。ものづくりを通じた人材育成を行う場合、環境に配慮した訓練技法（指導方法）を構築していかなければならない。環境に配慮した加工方法を導き出し、指導していかなければならない。これらの課題に対して早急に対応策を講じなければならぬと思われる。

ものづくり指導に携わっている指導員の方々に取り組んでいただくことを願う次第である。

以上、この報告が、これからの環境に対応できる離職者訓練、在職者訓練、そして学卒者訓練の人材育成のための新たな教材開発、あるいは指導方法の参考になれば幸いである。

本報告の一部は、2014年8月に開催された実践教育訓練協会主催の実践教育研究発表会³⁰⁾、そして同年10月に開催された職業能力開発総合大学校主催の職業大フォーラムにて発表³¹⁾した内容を基に作成したものである。

<参考文献>

- 1) 鈴木堯士：実践教育，Vol. 17, No.4, pp. 16-22, 2002
- 2) 秦 啓祐, 砂田栄光, 岡部敏弘：「ものづくりと環境問題」：「技能と技術」誌，Vol. 43, 1, pp. 54-58, 2008
- 3) 秦 啓祐, 水渡博幸, 岡部敏弘：ものづくりと環境材料～環境に優しい木質バイオマスの開発～：「技能と技術」誌，Vol. 47, 3, pp. 27-32, 2012
- 4) 2014年版ものづくり白書（ものづくり基盤技術振興基本法第8条に基づく年次報告），経済産業省，第1部 ものづくり基盤技術の現状と課題，第2章 成長戦略を支えるものづくり人材の確保と育成，第1節 成長戦略を支えるものづくり人材の確保と育成の課題と対応，pp. 194-197, 2014
- 5) 2014年版ものづくり白書（ものづくり基盤技術振興基本法第8条に基づく年次報告），経済産業省，第1部 ものづくり基盤技術の現状と課題，第2章 成長戦略を支えるものづくり人材の確保と育成，第1節 成長戦略を支えるものづくり人材の確保と育成の課題と対応，pp. 198-200, 2014
- 6) MRS-J：<http://www.mrs-j.org/>

- 7) 一般社団法人 未踏科学技術協会エコマテリアルフォーラム：
<http://emf.sntt.or.jp/>
- 8) H.Mito, K.Kakishita, T.Suda and T.Okabe : Prototype of Woodceramics Humidity Sensor, 21nd MRS-Japan Academic Symposium Abstracts, N5, 2011
- 9) M.Sadanari : Shrinkage and Moisture Content of Green Condition on Nishikawa Cedar, 22nd MRS-Japan Academic Symposium Abstracts, P. 10, 2012
- 10) J.Tsuji, A.Takasaki, T.Okabe, T.Suda and R.Yamamoto : Far-infrared Woodceramics Heater for Crops Dryness, 22nd MRS-Japan Academic Symposium Abstracts, P. 28, 2012
- 11) M.Sekkuden, T.Yamamura, T.Okazawa, K.Goda and T.Okabe : Utilization of wasted clothes materials of uniform for agricultural and greening materials, Transactions of the Materials Research Society of Japan, Vol. 37, No.1, pp. 45-48, 2012
- 12) H.Nii : Evaluation of By-Product Feeds by In Situ Degradation in the Cow Rumen, Transactions of the Materials Research Society of Japan, Vol. 37, No.1, pp. 49-52, 2012
- 13) K.Satou, T.Takahashi, H.Goto, T.Kaneiwand and H.Iizuka : Electrical Properties of Plastic Composite Materials with Rice-hull and Soy-hull Carbon Powders, Transactions of the Materials Research Society of Japan, Vol. 37, No.1, pp. 53-56, 2012
- 14) 岡部敏弘 : 木質建築廃材を用いたウッドセラミックスのバイオマスコーキスの開発, 第23回日本MRS年次大会講演概要集, 2013
- 15) 岡地慶直, 小川和彦, 辻純一郎, 岡部敏弘 : ウッドセラミックスを用いた遠赤外線乾燥装置の開発, 第23回日本MRS年次大会講演概要集, 2013
- 16) 柿下和彦, 岡部敏弘, 須田敏和 : 高温におけるウッドセラミックスの温度依存, 第23回日本MRS年次大会講演概要集, 2013
- 17) 大川正洋, 岡部敏弘, 佐藤靖憲, 奈良岡大輔, 梶原大輔 : 環境調和型材料を用いたプラスチック射出成形技術について, 第23回日本MRS年次大会講演概要集, 2013
- 18) K.Ogawa, Y.Sayama, K.Suda, I.Yamamoto, J.Tsuji, M.Sekkuden and T.Okabe : Rooftop planting and greenwalls using discarded school uniform fabric, Transactions of the Materials Research Society of Japan, Vol. 38, No.2, pp. 199-203, 2013
- 19) D.Kaewdook, A.Takasaki and T.Okabe : Deposition of Amorphous Carbon Thin Films by RF Magnetron Sputtering using Woodceramics as Target, Transactions of the Materials Research Society of Japan, Vol. 39, No.1, pp. 39-42, 2014
- 20) T.Okabe : The Development of Woodceramics Biomass Coke using Architecture Scrape Wood, Symposium A-4, IUMRS-ICA, 2014
- 21) H.Shimizu, M.Asada and Y.Kawada : A Feasibility Study on Carbon Grounding Electrode Made of Woodceramics, Symposium A-4, IUMRS-ICA, 2014
- 22) K.Hata : Compound with Cement of Woodceramics, Symposium, A-4, IUMRS-ICA, 2014
- 23) 2014年版ものづくり白書 (ものづくり基盤技術振興基本法第8条に基づく年次報告), 経済産業省, 第1部 ものづくり基盤技術の現状と課題, 第2章 成長戦略を支えるものづくり人材の確保と育成, 第2節 成長戦略を支えるものづくり人材を育成するための取組, P. 213, 2014
- 24) 例えば, 橋本幸博, 松留慎一郎, 島海吉弘, 飯塚七絵 : 「既存木造住宅における高断熱高気密改修後のエネルギー消費に関する事例研究-省エネルギー性と熱的快適性の検討, 職業能力開発総合大学校紀要, 第42号, pp. 82-87, 2013
- 25) 秦 啓祐 : 「在職者訓練実践報告 ~太陽光発電システムの施工~ (実践報告・資料)」 「職業能力開発報文誌」, 第25巻1号, pp. 37-42, 2013
- 26) 砂田栄光, 岡部敏弘 : 環境とモノづくりにおけるOff-JTに関する基礎研究~エコマテリアルとLCAによる職業能力開発評価手法~, 実践教育, Vol. No2, pp. 7-13, 2014
- 27) 竹田哲司 : 「現場の問題解決実践」, NPOテクノサポート資料, p. 20, 2015
- 28) 岡部敏弘監修 : 木質系多孔質炭素材料・ウッドセラミックス, 内田老鶴圃, 1995
- 29) 地方独立行政法人 青森県工業総合研究所提供資料, 2011
- 30) 秦 啓祐 : 2014実践教育研究発表会能力開発分科会, 8月, 2014
- 31) 秦 啓祐 : 「エコものづくり指導について」, 職業大フォーラム, 第22回職業能力開発研究発表講演会 講演論文集, 10月, pp. 192-193, 2014