

# 被災者に対する職業訓練や復興支援の取組みについて

— 企業と連携した人材育成による復興支援について —

岩手県立産業技術短期大学校 産業技術専攻科 本間 義章  
石村工業株式会社 小国 克也

## 1. はじめに

東日本を直撃したマグニチュード9.0の大地震とそれに伴う巨大津波によって、多くの尊い命と財産が奪われました。「人命が失われるような津波被害は今回で終わりにする」という決意のもと、災害の苦しみ、悲しみを乗り越え、「安全に、暮らし、働くことができる地域社会」を取り戻すため、科学的、技術的な知見に立脚し、沿岸地域をはじめとした岩手県全体が、東日本大震災津波を乗り越えて力強く復興するための地域の未来の設計図としての計画が策定（H23.8）された。

この計画では、本県として今後の8年間を3期（基盤復興期間（H23～H25）→本格復興期間（H26～H28）→更なる展開への連結期間（H29～H30））に分け、復興に向けての目指す姿や原則、まちづくりのグランドデザイン、具体的な取組みなどが盛り込まれている。このうち本校の使命である「産業人材の育成」が、産業振興分野の要として位置付けられ、新たな産業分野にも対応できる人材の育成に期待がされている。

## 2. 取組みの背景

当校は、平成19年4月に産業技術専攻科生産システム技術コース（以下専攻科）を開設した。

専攻科は1年制であり、定員は10名である。学生は、短大課程等からの進学生と、県内企業からの派遣生を受け入れている。

- |  |
|--|
| <p>① <b>オーダーメイドカリキュラム</b><br/>企業が実際に生産現場で抱える課題をテーマに設定し、企業と連携を図りながら課題解決の実践的なプロセスを修得する。</p>                                    |
| <p>② <b>生産工学・品質保証技術</b><br/>現場改善の進め方、品質の管理を実践することにより、ものづくりの流れにおけるIE、QC、VE、SE及び5源主義手法を修得する。</p>                               |
| <p>③ <b>固有技術（専攻学科・専攻実技）</b><br/>生産システム技術に関する技術・技能の裏付けとなる専門的な理論、工業英語、中国語会話や、生産現場で必要とされる加工、計測、解析及び設備保全、工程改善等に関する実践技能を修得する。</p> |

図1 カリキュラムの体系

カリキュラムは図1に示すように、3本の柱から構成されている。

1つ目の柱は、生産現場が実際に抱える生産工程の過程で生じる課題を企業から聴き取り、個人ごとに研究テーマとして設定し、それぞれの課題解決や課題達成に向けた生産現場における改善力、新分野開発に向けての実践力を養う「オーダーメイドカリキュラム」である。企業との連携による共同人材育成として、課題解決、課題達成に向けた生産現場力を修得するものである。

2つ目の柱は、生産システムの効率化や厳しい品質要求へ対応していくための「品質保証技術・生産管理」である。

そしてこれらの技術・技能の裏付けとなる機械・電気電子・情報分野の総合的な基礎知識と、機構設計・PLC、生産ネットワーク制御などの基礎技術に

ついでに講義・実習が設定されている。

平成23年度の学生構成は進学生が8名、企業からの派遣生が3名在籍している。この3名のうち2名が、このたびの大震災で津波被害の大きかった沿岸部（石村工業(株)（釜石市）、(株)エフビー（山田町））からの派遣である。

石村工業では震災前に専攻科への派遣を決めていたが、津波で建屋3棟のうち1棟は流出、残り2棟も大規模半壊（建屋2階まで浸水、1階部分は骨組みを残すのみ）という壊滅的被害を受けたため、派遣取り辞めは必至と思われたが、「こんな時だからこそ、会社を再建し、新規事業を立ち上げるための人材育成が重要」という社長の意向で、会社の中でも中核的立場にある45歳の小国氏を1年間派遣している。

### 3. 抱える課題

東日本大震災以後、電力不足等を背景に自然エネルギーへの関心と需要が高まっている。太陽光をはじめ、風力、水力を利用した小規模発電、温泉熱や地熱などを利用した温度差発電なども非常に注目されている。発電による電力供給とともに、東北地方では寒冷期の寒さ対策をどうするかということも重要な課題である。

石村工業では、自動機や省力化機械等の設計・製作を行っているが、10年ほど前から木質燃料の有効利用に着目し、薪ストーブやペレットストーブの独自開発・製造を行っている。中でもペレットストーブは、電力を一切使用しない「自重燃料供給方式」と、完全燃焼を実現する「ダウンドラフト燃焼方式」という独自の開発技術を採用している点が最大の特徴である。

図2に「クラフトマン」の「自重燃料供給方式」と「ダウンドラフト燃焼方式」の構造を示す。

最近では、ペレットストーブの特長を生かし、様々な機関と連携しながらペレットストーブを熱源としたスターリングエンジンの研究・開発等も進めている。

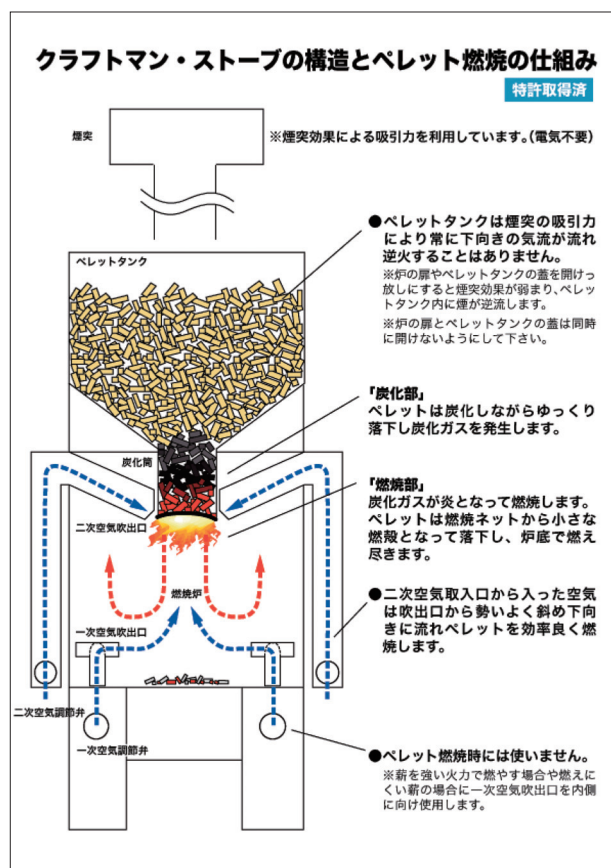


図2 「クラフトマン」の燃焼構造

### 4. オーダーメイドカリキュラムテーマ選定

前述の「ダウンドラフト燃焼方式」を応用し、自社開発製品の産業用長時間燃焼型薪ストーブを図3に示す。およそ8時間の連続燃焼が可能である。ユーザーである農業関係者や工場経営者の方々からは、震災直後は電気が使えない状況が続いたため、この薪ストーブがとても役に立った、という言葉が多かった。同時に、さらに長時間燃焼可能で家庭用薪ストーブとして煙の出ないストーブを作れないかという提案がいくつかあったと聞いた。

そこでこれらの提案を具現化することは、「地域産業を支援することが震災復興にも繋がる」という社長の思いともリンクし、将来的には先に述べたスターリングエンジンの熱源として、自然エネルギーを利用した発電技術に貢献出来ると考え、この内容をオーダーメイドカリキュラムテーマに設定し、新しい燃焼機関の構築に取り組むこととした。

燃焼の原理を分析し、基本機能展開を行い、TT



図3 産業用長時間燃焼型薪ストーブの使用例

－HS法を用いて二次燃焼機構付きの産業用薪ストーブの新機構を構築する手法を修得し、低コスト化と実用化を実現し、被災地からメイドイン釜石として発信することを目指すこととした。

## 5. 二次燃焼機構の現状把握

家庭用薪ストーブには二次燃焼方式は大きく2つ挙げられる。現在日本では、建築基準法に基づく薪ストーブの設置に関する法規制はあるものの、排煙に対する法規制は設けられていない。一方アメリカ等では、家庭用薪ストーブの排煙による大気汚染を防止するという環境問題の観点から自動車の排ガス同様に厳しい法規制が設けられており、海外主要メーカー製の薪ストーブにおいては、二次燃焼機構は、すでに必要不可欠な構造となっている。しかし、その複雑な構造や触媒に希少金属が使われる等の理由からコスト高となるため、日本国内の家庭用以外

の薪ストーブにおいては、安価な薪ストーブほど普及していないのが現状である。

## 6. アプローチのVE手法

専攻科で教育訓練する改善力育成プログラムは、課題解決・課題達成型QCストーリーのPDCAを回すことである。

本テーマの取組みに当たり、従来のストーブの燃焼効率を上げるために、①現状の触媒方式の分析を行い、②機能を生かした新しい燃焼方式の革新案を選出し、③VE手法によるアプローチを実施した。

最初のステップとして、触媒方式の二次燃焼構造が採用されている海外メーカー製薪ストーブの基本機能を分析し理解するため、触媒の構造・材質と二次燃焼のしくみを分析した。

### 6-1. 現状の触媒方式の分析（燃焼と排気）

排気通路はハニカム構造体となっていて、ほとんどの触媒が、プラチナ、またはパラジウム等の希少金属をコーティングしている。

触媒はストーブ内に置かれていて、煙に含まれる未燃焼ガスを燃料としたもうひとつのストーブのような役割を担っている。

薪ストーブ本来の機能を理解するため、燃料である木材が「燃える」という現象について、改めて原理を整理することにした。

燃焼という現象は化学的には酸化現象であり、燃料に含まれている組成元素の中で、燃焼現象を起こす元素と空気中の酸素が化学反応する際に大量の熱エネルギーを発生させ、その熱が発する電磁波が炎として目に見えるものである。

木材が燃焼すると燃焼ガスになる。これは燃焼した後の高温の排ガスのことである。この燃焼ガスの温度が低いと不完全燃焼の状態になりやすい。

燃焼ガスの温度は、空気比と燃料に含まれる含水率が大きく影響し、空気比が低く、含水率が高いほど燃焼ガスの温度が下がり、不完全燃焼の状態になりやすい。

木材が燃えると有害物質を含む未燃焼ガスが発生し、そのまま煙や煤と一緒に大気中に排出すると環境汚染に繋がってしまう。この未燃焼ガスを高温で再燃焼させ、有害物質を焼き尽くすことを目的に考えられたのが「キャタリティックコンバスター」と呼ばれる触媒装置である。

通常、未燃焼ガスを再燃焼させるには、約550℃の温度が必要であるが、触媒を使用すると未燃焼ガスの発火点が大きく下がり、約260℃以上の温度で未燃焼ガスを効率的に再燃焼し熱を生み出すようになる。そのことにより燃焼効率が向上し、薪の消費量を減らすことができる。また、大気汚染の原因である未燃焼ガスと粒子をストーブ内で再燃焼させることにより煙突から排出される汚染物質を削減し、煙突内部に付着するクレオソートを減少させることが可能となる。図4に触媒方式による二次燃焼機構のしくみを示す。

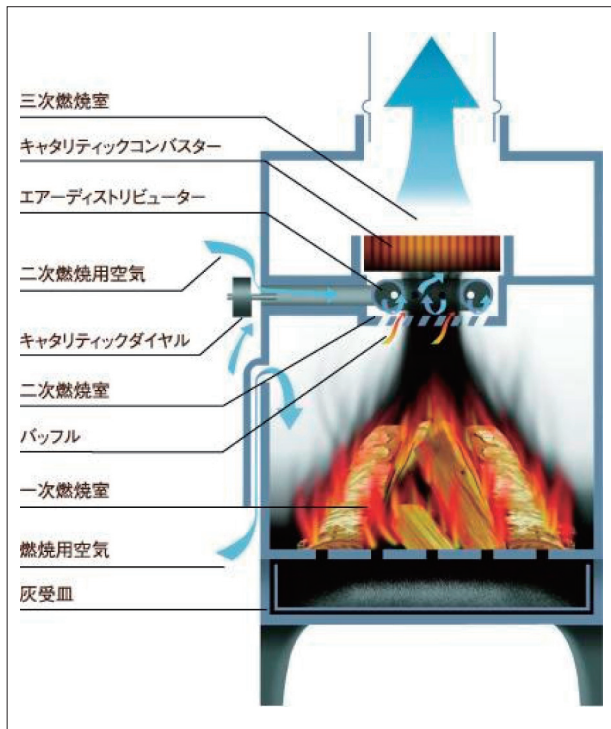


図4 触媒方式による二次燃焼機構のしくみ

## 6-2. 機能を生かした新しい燃焼方式の革新案の選出 (ロケット・マス・ヒータ)

薪ストーブの機能についての理解を深める取組みの中で、断熱効果を利用した「ロケット・マス・ヒータ」(俗名:ロケットストーブ)の構造を応用することに注目した。燃焼効率の高さは、薪を長時間連続燃焼させるために有効な手段であると考えた。図5にロケット・マス・ヒータの基本構造と原理を示す。

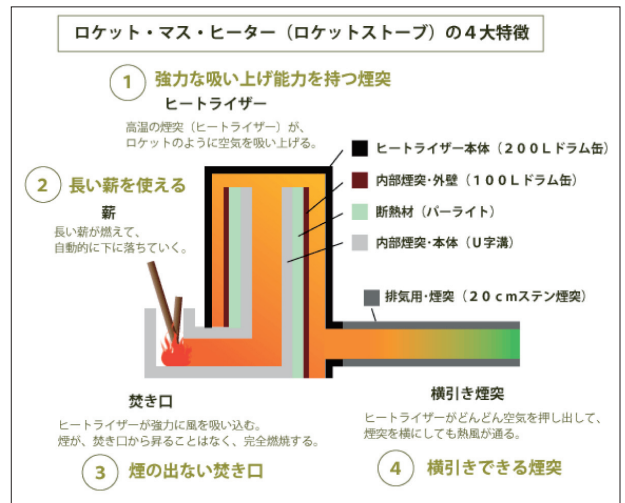


図5 ロケット・マス・ヒータの基本構造と原理

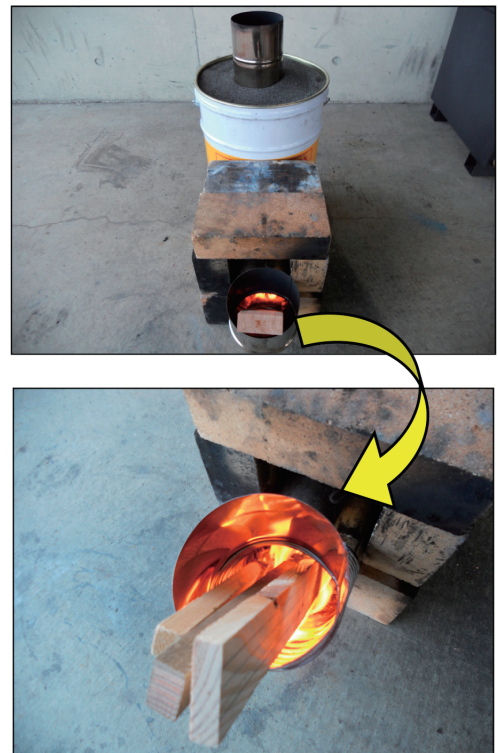


図6 簡易型ロケット・マス・ヒータの燃焼の様子

実際に燃焼の様子や断熱効果を確認する目的で、簡易型ロケット・マス・ヒータを製作し、燃焼実験を行った。図6に今回製作した簡易型ロケット・マス・ヒータと燃焼の様子を示す。この実験から薪投入口から炎の逆流は無く、強い勢いで排煙側に吸気されていることを確認した。

### 6-3.VE手法によるアプローチの実施（実験用薪ストーブの製作と分析）

TT-HS法により簡易型触媒方式の二次燃焼機構と、ロケット・マス・ヒータの断熱機構の機能展開を行い、調和的革新案を3案選出し、モックアップとして実験用薪ストーブを製作した。その後実用化に向けて、製作した実験用薪ストーブのデザインレビューを実施した。図7に調和的革新案により選出した設計モデルを示す。

CAE技術を活用するために、小国氏は、CSWA (Certified SolidWorks Associate) CAD 認定試験の資格を取得している。

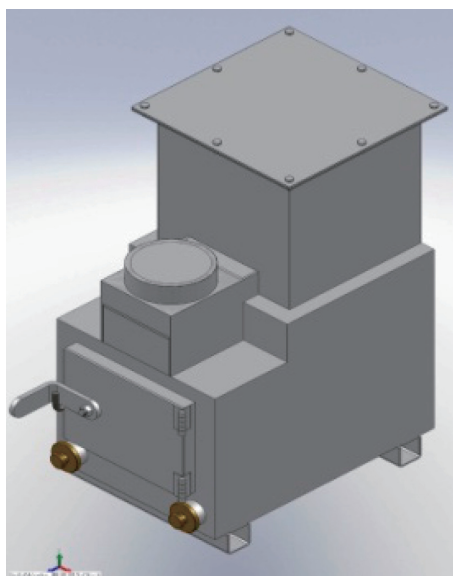


図7 設計モデル

図8に実際に製作した実験用薪ストーブを示す。その後、実験用薪ストーブによる燃焼実験を行った。最初の燃焼実験では、時間経過によるストーブ本体の温度分布の変化の様子を赤外線サーモグラ

フィカメラで撮影した。また、ストーブ側面に設けた耐熱ガラス製の覗き窓より炎の流れや揺らぎを目視にて確認し、ほぼ流体解析の結果と一致することが確認出来た。



図8 製作した実験用薪ストーブ

今回の実験では、着火・燃焼開始からの熱の伝わり方、温度分布、ストーブ本体の温度と燃焼の関係性を排煙の色や臭い等の状況から分析を行った。

図9に示すように、実際の燃焼状態をサーモグラフィで撮影し、排煙の様子と温度分布を撮影した。

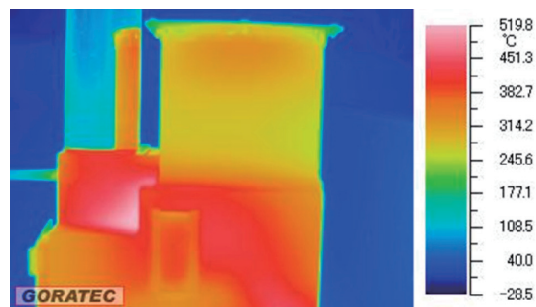


図9 温度分布と排煙の様子

さらにストーブ内の熱流体を分析するために、熱流体解析を行い、着火時からの空気の流れと温度分布の遷移シミュレーションを行った。

図10には熱流体解析結果、図11には温度遷移のシミュレーション結果を示す。

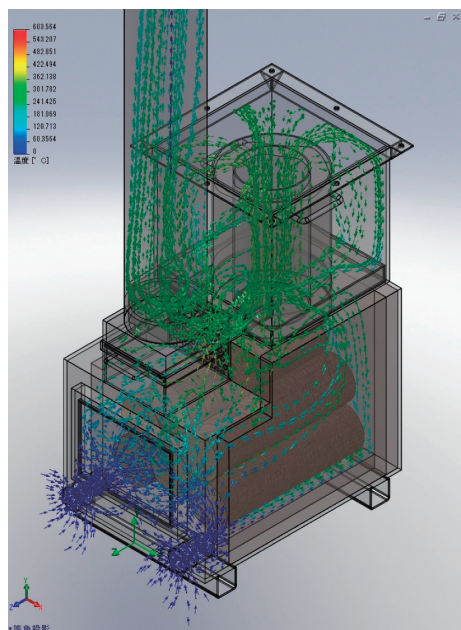


図10 熱流体解析結果

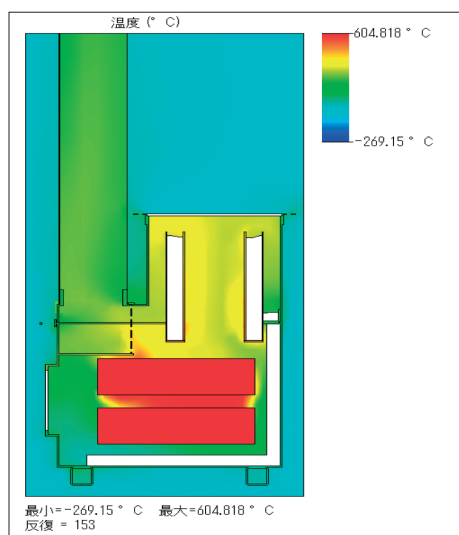


図11 温度遷移のシミュレーション (定常時)

シミュレーションの結果から、いくつかの改善ポイントを絞り込んだ。

- ①吸気口の位置及び吸気量の調整 (熱流体の滞留から判断)

- ②ロケット・マス・ヒータの断熱効果の向上 (温度差をより有効利用するため)

- ③排煙効率の向上 (二次燃焼機構の構築)

## 7. 今後の取組み

ほぼ実用化へ向けた方向性が固まったため、年度内の製品化を目指し取組みを進める。

今回の実験では、良く乾燥させた薪(ナラ)一種類のみの燃焼実験であったため、水分を含んだ薪や別の種類の薪でも実験を行い、排煙に含まれる成分分析等を行いながらデータ収集を重ねていく。

小国氏は、自身も被災者でありながら、この1年家族と離れ、技術・技能の修得に励んできた。本人は、震災前にはなかなか時間が取れずに苦慮していた部分が、今回のテーマに取組む過程の中で、様々な課題を解決するための分析力や固有の技術力、そしてそれらをどのように使っていくか、その手法を修得できたことは大きな収穫であり、貴重な経験となったこと。また、その技能と技術で地元地域に貢献できることは大変光栄なことである、との感想であった。

震災から11カ月を迎える中、2月10日には復興庁が発足したが、集落の高台移転やがれきの広域処理など、被災地の現状は未だ解決されない課題が山積し、民生の復旧は勿論であるが、産業活動の復興には長期の年数を要すると思われる。

職業訓練の貢献は、短いスパンで効果の早い技能訓練による復興支援の部分と、長いスパンでの人材育成による復興支援の両面があると思われる。当校も本県や国の復興を支援し、産業活動の活性化に貢献するため、持続的・長期的な視点から、地域で活躍できる将来的なモノづくりリーダーを育成して行くことが使命と考える。

今後、取り巻く社会・経済情勢の変化のスピードはますます加速し、そのような変化に対応できる人材をひとり一人育成していくことが、私たち職業訓練指導員に課せられた責務であり、将来的に復興支援に繋がっていくことを誇りとして努めていく。