

技術を高め復興に貢献できる力を ～産学連携による地域を牽引する モノづくりリーダーの育成を目指して～

岩手県立産業技術短期大学校 産業技術専攻科 本間 義章

1. はじめに

本県内の製造業は、長引く景気低迷に加え、生産拠点の海外シフトなどにより疲弊している状況にあったなかで、平成23年3月11日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復興計画を策定（H23.8）し、少しずつではあるが確実に前に進んでいる状況にある。

県内産業界においては、自動車・半導体産業集積を機とした製造業の復興が期待されるなか、その担い手となる産業人材の育成が求められている。特に、少子高齢化による担い手の絶対的な不足や、団塊世代の大量退職による技術・技能継承の危機、さらに継続的に雇用されうるエンプロイアビリティの向上などが課題としてあげられる。ここに追い打ちを掛けるかのように沿岸部の産業復興においては、震災後の沿岸部からの若年者人口の県外流出が深刻な課題となっている。

本県では震災以前から、産業界、教育界、行政それぞれが共通の目標を持って連携しあいながら、若

年人材を含め、技術・技能者などの産業人材の育成についての積極的な取り組みに期待が持たれ、平成19年4月当校（平成9年4月開校）に「産業技術専攻科 生産システム技術コース（以下、専攻科）」を新たに開設し、産業人材育成の新しい取り組みを進めてきた。

本県の復興計画の中には、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、具体的な取り組みなどが盛り込まれているが、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づけられ、新たな産業分野にも対応できる地域を牽引する「リーダー的な産業人材の育成」に期待がされている。

本稿では専攻科における企業に対しての人材育成支援と、その延長として震災復興支援につながった取り組み事例を紹介する。

2. 専攻科（応用短期課程）について

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で構成されている。

カリキュラムは表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専攻学科と、3次元CAD設計、PLC、生産ネットワーク制御といった専攻実技の固有技術が設定されている。

表1 専攻科のカリキュラム体系

①オーダーメイドカリキュラム 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。
②生産工学・品質保証技術 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。
③固有技術(専攻学科・専攻実技) 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。

講師陣として本校の指導員以外に、生産工学・品質保証技術分野では企業において実際にデミング賞受賞を指導された生産革新部門の方を、理論的分野、固有技術分野については、岩手大学工学部の教授・准教授や企業の第一線の方を招聘している。

また、オーダーメイドカリキュラムの実施に当たっては、「工業技術センター（盛岡市）」や「いわてデジタルエンジニア育成センター（北上市）」などの機関と連携し、より専門的な分析や解析技術を実施できる環境を構築している。

その他、県内各地域の「ものづくりネットワーク」などの企業間の連携組織や、「岩手ネットワークシステム（INS）」などの研究会などとも連携し、セミナー等への参加や情報交換を行っている。

今回、本稿で紹介する取り組み事例は、オーダー

メイドカリキュラムに関する内容である。

3. オーダーメイドカリキュラムについて

オーダーメイドカリキュラムは、生産工学・品質保証技術の手法により進める。

専攻科では、品質とは「平均値」と「ばらつき」であり、管理とは異常を発見し正常に戻す、という考えに基づく現場改善の進め方として、「5源主義手法」という新しい改善手法を導入している。

専攻科で実践する品質保証技術は、図1に示すようにTQMの考え方から、方針管理による人づくり（人の質）と、品質保証（QA）体系によるモノづくり（モノの質）に大別している。品質保証体系は、IE手法による現場改善と、「QC手法・5源主義改善手法」による現物改善およびデザインレビューにより実践する。

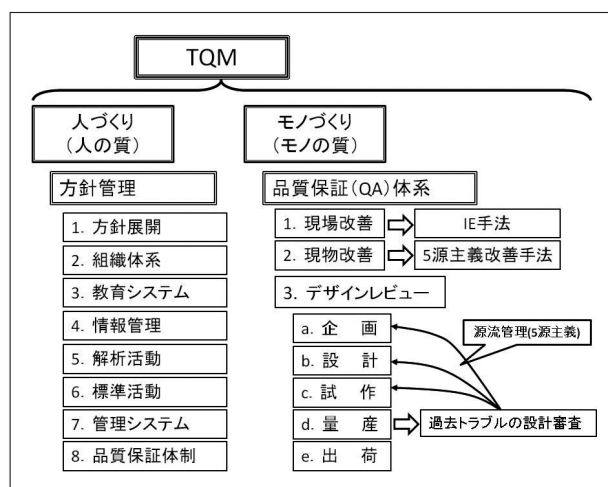


図1 TQMにおける品質保証体系の考え方

図2には、現場・現物改善の進め方のイメージを示す。改善は分析から始まるという考え方から、モノづくりのINからOUTまでをビデオで撮影し、工程分析のタイムチャートを作成する。ここから課題の内容により各手法を適用する。品質の改善には「5源主義手法」を活用する。これら、分析手法についての修得イメージを図3に示す。

IE、QCの内容に加え、課題達成型に用いるVE手法では①ティアダウン手法による同業他社品の部

品・機能の分解（分析），②ベンチマーキングによる異業種の基本機能分析によるモノづくりの研究を取り入れている。さらにSE手法では①製造と販売が一体となったモノづくりや，②一気通貫（システム）のモノづくり研究について取り組むこととしている。固有技術はこれらの管理技術における分析の差別化を行うための技術に位置づける。

表2にこれまでのオーダーメイドカリキュラムのテーマを示す。

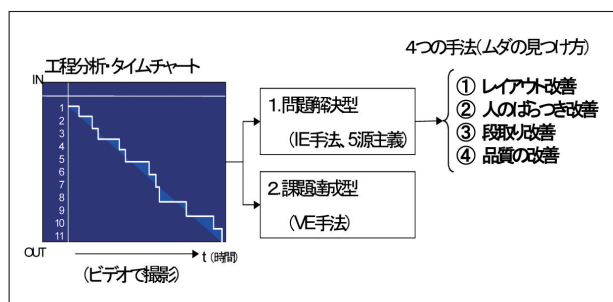


図2-1 現場・現物改善の進め方イメージ(1)

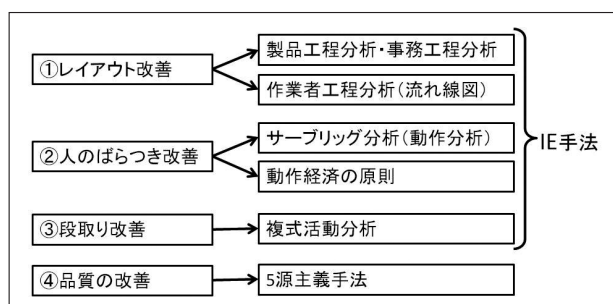


図2-2 現場・現物改善の進め方イメージ(2)

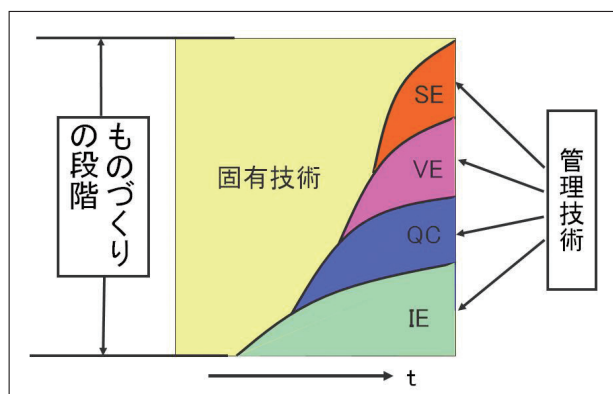


図3 分析手法修得のイメージ

表2 オーダーメイドカリキュラムテーマ一覧

平成19年度	エンジン用オイルリングの張力不良低減に関する解析的研究
	5源主義手法による自動車用ピストンリング合口不良改善に関する研究
	給材機付きNC旋盤の全長マイナス不良に及ぼす因子の解明
	製品箱詰め機のトラブルシューティングに関する実践的研究
	基本機能展開によるマイクロ射出成型品取出し機の新機構開発
	スライドダウン移動式ルーフボックスの機構設計と試作開発
	品質保証技術による生産効率向上のための立案手法と実施効果
平成20年度	要求品質を考慮した型枠パネル接続用ロッドの自動組付け装置の開発
	生産統制における現品管理・余力管理に向けたアプローチについて
	鋳鉄リングの粗削り加工工程での最適切削条件に関する実験検証
	電気二重層コンデンサ製造工程のエージングにおける挿入不良の改善及び効率的稼働を目指した真空乾燥機の制御用配電盤の製作
	基本機能展開による業務用生ゴミ処理機の消費電力量低減に向けた機構開発とウォームエアの流路解析
	PLCによる生産設備の効率化と生産統制における効率向上のための立案手法と実施効果
	ロータリーエンジン用シールリングのノッチ加工バリに関する解析的研究とバリ取り装置の開発・設計
平成21年度	VE手法によるPMMAコネクタ梱包用キャリアテープの端面溶着機の新機構開発・設計
	腕時計駆動用コイル巻線後における切断用カッターの微小位置調整に係る機構設計と治具化
	5源主義手法によるマイクロコネクタ可動片装着機構の改善と工程能力の検証
	IE手法を活用した技能五輪全国大会（工場電気設備職種）への挑戦と消防用ホース自動巻取り機の開発
	プレス金型構造におけるデジタル技術の活用と抜型のパッド設計及び強度解析と消防用ホース自動巻取り機的设计
	鋳鉄ピストンリング員数計測時における測定誤差ゼロ設備の開発と5源主義手法を用いた内ベベル加工機のリング折れ不良の改善
	ハロゲンフリー樹脂ペレットの射出成形時に発生するショートショット不良の動作メカニズム分析
平成21年度	VE手法を用いたウニ殻剥き作業の効率向上を目指した自動機の改良とウニ殻粉碎機の開発
	レーザー溶接技術導入の見極めに関する基礎実験報告と排水ポンプ用単相誘導電動機による制御システムの製作
平成21年度	成形品の最適生産システム実現のための金型設計手法の実践とCAEによる金型の能力予測

平成21年度	リバースエンジニアリング ～自動車内装トリムのスキャンデータからCATIAによるポリゴンデータ生成とCAEまで～
	IE手法による技能五輪全国大会“工場電気設備職種”の取り組みとVHDLによるFPGAを用いたデータロガーシステムの設計
	システム開発のための実践的組み込みマイコンの回路設計とIE手法による改善実践報告
	缶詰製造ラインの高速トランスファに追従する分割機構設計とPLCによる安定制御の構築
平成22年度	技能五輪全国大会工場電気設備職種への取り組みとVE手法による自動組立て・パレタイジング装置の設計・開発
	デジタルデータの活用によるリバースエンジニアリング — 自動車内装トリムのポリゴンデータ生成からCAEまで —
	技能五輪全国大会メカトロニクス職種への取り組みとTQMによる技能五輪訓練指導カリキュラムへの展開
	IE・VE手法を用いた集積化ガスシステムの固定用レール組立て工程における治具化による改善
	車両品質確保のための公差解析の提示と検証 VE手法を用いたパーツフィーダーのワーク流れ不良に関する防止治具の
	5源主義手法からVE手法への展開による時計サブ組立てラインのチョコ停ゼロ化
	VE手法を用いた導光板バリ取り加工装置の開発と射出成形及び流動解析の取り組み
	マイクロコネクタパーツフィーダーにおける5源主義手法による搬送不能状態の動作メカニズム分析
	鋳鉄ピストンリングの窓バリ除去加工における動作メカニズム分析と食い旋盤の切削状態のリアルタイムデータ変換に関する研究
	VE手法を用いたCPUセルフチェック機能を組み込んだ温度・湿度計測装置の製作
	VE手法によるカードプリンタ操作センサ基盤のはんだ付け工程における治具化と改善効果について
	スプリング式過装置の設計・製作と自動制御運転システムの構築・性能評価
	IE・VE手法による半導体熱処理成膜装置のオートシャッター組立工程における治具の条件設定と機能展開
	5源主義手法によるコネクタ梱包時のPMMAシールテープ溶着強度のばらつき改善
	デジタルデータを活用したリバースエンジニアリングと旋回動作カムユニットの設計
平成23年度	無人搬送機のバッテリーと自動充電器の稼働状況分析とエレベータ機構用PLCプログラミングのアルゴリズム構築
	エンボスキャリア成形機の段取り時に発生する不良の分析とVE手法による革新案の選出
	IE手法を取り入れた技能五輪全国大会工場電気設備職種訓練効果と高架水槽用揚水ポンプシステムの設計・製作

平成23年度	デジタルエンジニアリングによるクロス張りされた自動車用内装トリムの表皮潰れ量測定と3Dデータ化
	5源主義手法による外周ラッピング時の当たり不良発生メカニズム分析と改善機構の開発
	VE手法による二次燃焼機構付き低コスト型長時間燃焼可能な薪ストーブの開発
	CCDカメラによる検査機能を有する徳丹城鎮兵時代の小札（甲冑）製作用自動穿孔機の開発
	大型プレス機による工場内騒音・振動低減に関する分析及び対策の実施効果
	プレス金型のせん断加工時に発生する端子転び現象の動作メカニズム分析
平成24年度	基本機能を有する生産ラインへの導入展開を目指した小型4軸ロボットの設計・開発
	生産効率を考慮した工場レイアウトの改善と蒸気洗浄の効率化を目指した自動機の開発
	VE手法による巻線不良品修正作業時間の短縮化を目指した装置の開発
	デジタルエンジニアリングによる自動車用LID部品の剛性解析と強度設計
	A/D変換回路による組込み系データロガーシステムの構築と統計処理の実践
	5源主義手法による外周ラッピング時の当たり不良発生メカニズム分析とVE手法による改善案
	クラッチ機構における安全を保証するための治具の改善と低風速での高効率を目指した風力発電装置の開発
	CATIAによる自動車用安全装置のブラケットとリトラクタの締結モデリングと応力解析
	スイッチング電源の機能展開と信頼性設計
	5源主義手法による射出成形時に発生するショートショット不良の動作メカニズム分析

テーマは機械系では、自動機的设计製作や3次元CAD設計、実験・試験的内容から、不良改善やレイアウト改善など、電子系ではマイコン組込みプログラミングやシステム開発など多岐にわたる。テーマの選定や実施に当たっては、企業からも打ち合わせ・相談のための担当者を選出してもらい、月に1回以上の進捗打ち合わせを行い、仕上がりレベルを確認することとしている。

企業からの派遣者についてはテーマも複雑な傾向があるが、現場からの協力も得やすい。

しかし、進学者の場合には内定先企業がオーダーメイドカリキュラムの連携企業になることとしているため、内定先企業に対して採用試験前に内定後の対応を依頼している。逆に将来性（修了時）への期待度から採用していただけるケースもある。しか

し、初めて専攻科の学生を採用する企業は、このオーダーメイドカリキュラムの対応に不安のある企業があるのも事実である。

そのため、オーダーメイドカリキュラムの成果報告として3月に一般公開でプレゼンテーションを行うが、9月と12月にも中間報告を行い、その際にオーダーメイドカリキュラムに連携している企業の方に一堂に会してもらい、企業連絡会として会議を併催している。そこでほかの企業のオーダーメイドカリキュラムの進捗状況や取り組み方法などについて情報交換を行っている。

4. オーダーメイドカリキュラム実施事例

4.1 事例1（洋野町の企業からの派遣者）

テーマ：

「VE手法を用いたウニ殻剥き作業の効率向上を目指した自動機の改良とウニ殻破碎機の開発」

①はじめに

岩手県北沿岸部の洋野町にある株式会社岩本電機からの企業派遣として在籍した者が取り組んだテーマである。

洋野町はウニ漁が盛んでもあり、洋野町産のウニをPRする「ウニまつり&マリンフェスタinひろの」などのイベントも行われている。

洋野町は、東日本大震災において震度4を記録したものの、自主防災組織等の適切な対応により、幸いにして人的被害はなかった、しかし住家の全壊、半壊はもとより、基幹産業である漁業は、漁場、漁業施設等に壊滅的な被害を受け、特に「ウニの里」としてブランド化を図りつつ「つくり育てる漁業」の象徴であるウニの生産基盤が危機的状況にあった。

また、漁船漁業の中心である定置網が損壊し、サケ漁の操業が危ぶまれているほか、地場企業として雇用の場である水産加工場が壊滅的な被害を受け、苦境に立たされている現状であった。

このような状況の中、今回の大震災で被害を受けた町民の生活再生、産業の復興と災害に強いまちづ

くりを最重要課題と位置づけ、一日も早い復興を成し遂げるために策定した、「洋野町震災復興計画」の目標の中にも「ウニの里と地域産業の復興」が盛り込まれている。

株式会社岩本電機はハーネスなどの製作が主な事業内容だが、このウニまつりの復活に向けて、ウニの殻剥き作業に注目し、専攻科で履修している5源主義手法による品質の改善を展開し、「VE手法を用いたウニ殻剥き作業の効率向上を目指した自動機の開発」を行った。

オーダーメイドカリキュラムを実践することにより、機械設計、機械加工、組付け、PLCによるシーケンス制御など設備製作に係る固有技術の修得と併せ、デザインの具現化として、開発・設計段階から一連のモノづくりの流れを実践し、復職後社内の従業員教育として展開することが目標となった。

②テーマの開発背景

テーマの背景としては、漁協組合の方々がウニを収穫した後、ウニの身を取り出し、さらに殻を運搬・処分する際にムダが見られる。現状ではウニの実の取り出しは1つずつ手作業であり、殻を処分する際に足で踏み潰すなどしながら体積を小さくし運搬・処分している。このような現状を踏まえ、ウニの身の取り出しと殻破碎機の開発を行った。

③ウニ殻剥き作業について

ウニ殻剥き作業とは、ウニ殻を割り中身を取り出す作業があるが、今回はそれとは違い図4に示すようにウニの口部分を円形に切り取る（殻剥き）作業である。このように円形に切り取られた状態で、お



図4 円形に切り取られたウニの殻

店やウニまつり、マリンフェスタなどのイベントで商品として販売している。しかし、現状ではこの作業は7～8月期に集中し、ハサミやナイフなどにより1つひとつが手作業となることから、作業者のかなりの負担となっている。

④ウニ殻剥き機の試作

ウニ殻剥き作業の作業工程分析を行い、最初に図5に示すような試作機を製作した。

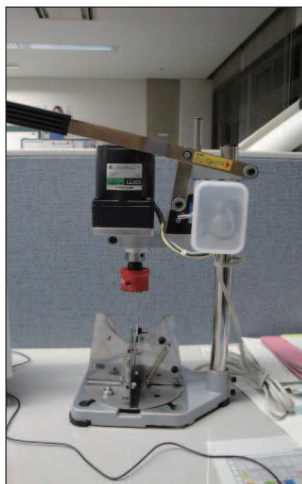


図5 試作したウニ殻剥き機

実際にこの試作機を使用し殻剥きを行ったところ、ウニの形状によって、ウニの固定が安定せず、潰れや崩れなど、きれいに殻が剥けないなど、剥かれた状態にばらつきが生じ、要求レベルに及ばなかった。

⑤VE手法による試作機の改善

試作機の部品展開を行い、機能展開からTT-HS (Three Thinking and Harmonic Selection) 法を用いて改良を行った。

部品展開図からウニ殻剥き機の基本機能を理解するために機能展開を行い、機能系統図を作成した。さらにその機能系統図をもとに、ウニ殻剥きに必要な機能の分析を行った。図6に機能系統図を示す。

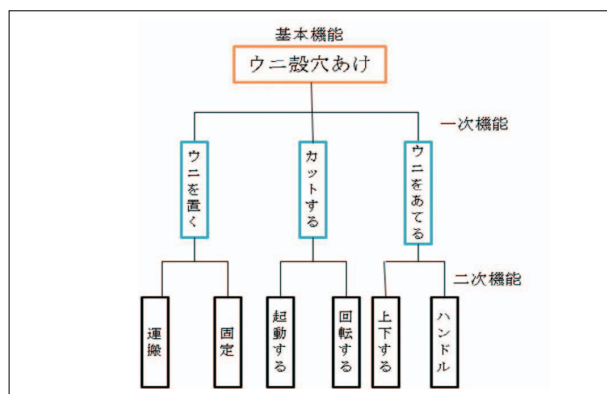


図6 機能系統図

⑥試作機の改善点

⑥-1 ウニを挟む回転タイミングの改良

試作機の刃物回転の開始タイミングはリミットスイッチを用いて起動している。ハンドレバーを、ある一定の高さまで下げるとリミットスイッチが作動しモータが回転する仕組みとなっていたが、ウニの形状が異なるため、切り込みのタイミングにばらつきが生じていた。そこで、非接触の近接センサに変更し、刃物がウニに接触すると同時に回転する機構に改良した。

⑥-2 刃物の切り込み回転制御

ウニへの切り込み開始において急激な切削抵抗が生じないように刃物の回転を制御させるように改善した。この回転制御について現在、特許出願に向けて継続して改善中である。

⑦ウニ殻破砕機の機能展開

ウニの殻の破砕については、ミネラルを豊富に含んだ貝殻などの破砕物と一緒に土壌の整備などで有効活用することを目的としているため、一定の大きさで破砕することが必要となる。そこで破砕機能を理解するためにVE手法により機能展開をもとに機能系統図を作成し、図7に示すようにTT-HS法により調和的革新案の選出を行った。

A案：コスト・短納期重視

B案：機能性重視

C案：制御・信頼性重視

の3案を選択基準とし、具現化するためにラフスケッチを作成した。

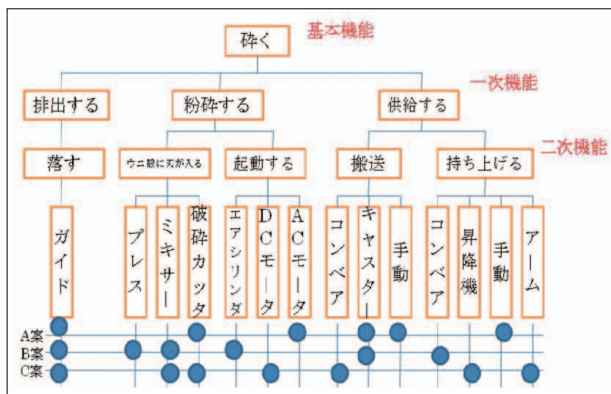


図7 調和的革新案

⑦-1 A案ラフスケッチ

図8に示すように、歯車形状の2つの破碎カッターを回転させ、ウニを巻き込みながら破碎する機構である。

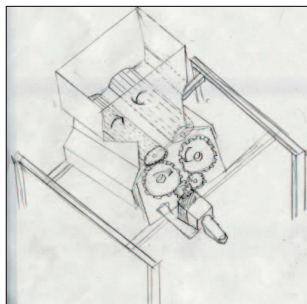


図8 A案ラフスケッチ

⑦-2 B案ラフスケッチ

図9に示すように、ミキサー形状により破碎する機構である。

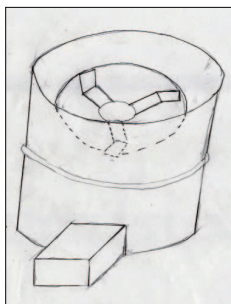


図9 B案ラフスケッチ

⑦-3 C案ラフスケッチ

図10に示すように、ミキサー形状として熱風乾燥機によりウニ殻を乾燥させて破碎する機構である。

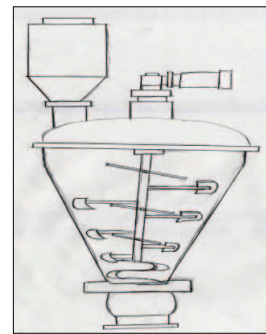


図10 C案ラフスケッチ

⑧ウニ殻破碎機的设计・製作

A案, B案, C案を選択基準とし, 今回は時間とコストの面を考慮しA案を採用し, 図面の作成を行った。図11に図面を, 図12には実際に製作した破碎機を示す。

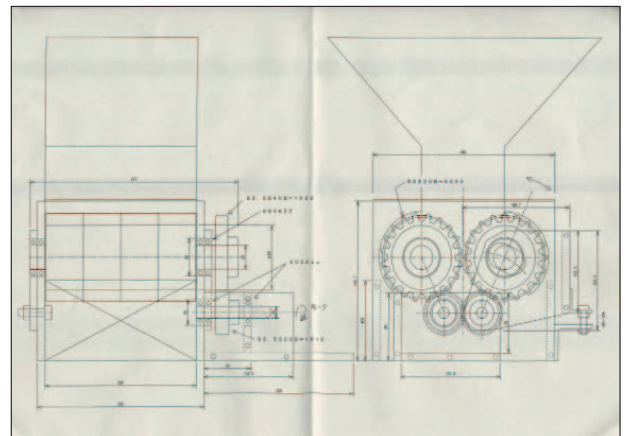


図11 作成した図面

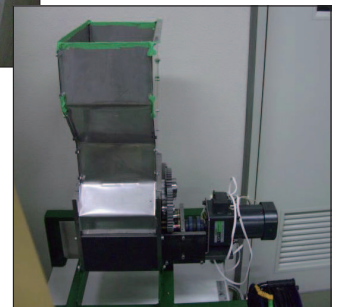


図12 試作機の様子

⑨試作機の改良

試作機は、2つの破碎カッターを回転させウニの殻を巻き込むような形で破碎する構造だが、ウニの殻が上手く破碎カッターに巻き込まれず破碎できない場合があった。また、ウニ殻の投入口においてウニ殻の流動が停滞するなどの課題が挙がった。そこでVE手法・TT-HS法を用いて改良を行った。

⑩VE手法・TT-HS法による機能改善

試作機と同様に基本機能を理解するために製作した試作機を図13に示すように部品展開を行った。

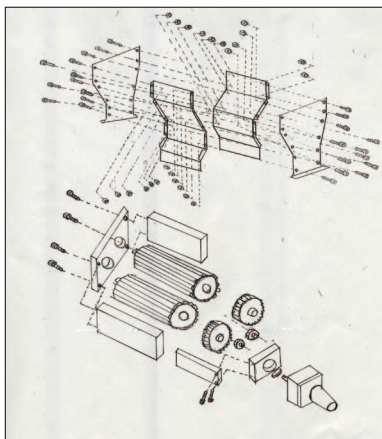


図13 部品展開図

次に図14に示すような基本機能展開を行い、図15に示す調和的革新案の選出を行った。

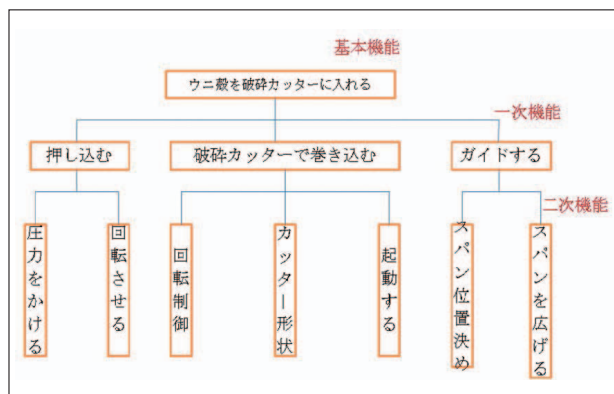


図14 機能系統図

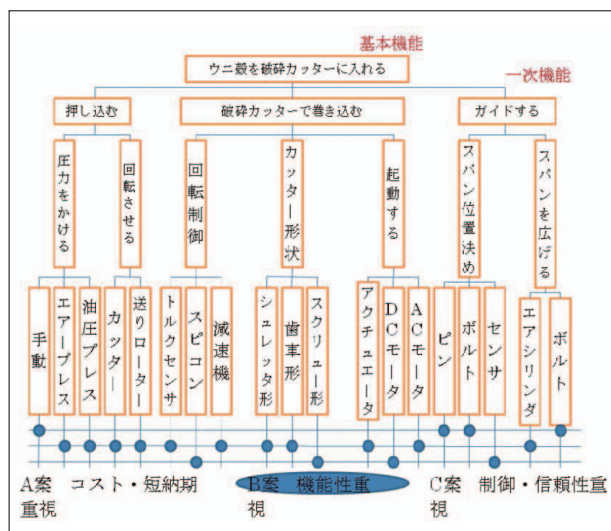


図15 調和的革新案

図16に示すように送りローターによりウニの殻を押し込みながら破碎する機構にし、改良機を製作した。改良製作した装置を図17に示す。

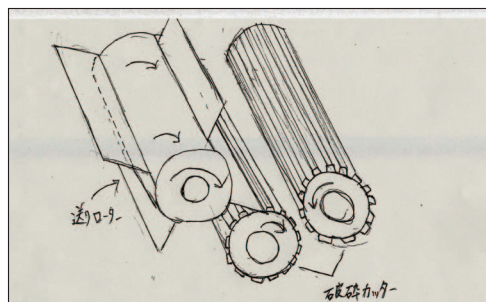


図16 改良装置の破碎機構イメージ



図17 改良した破碎機構

またウニ殻巻き込み部には図18に示すように径の異なる2つのギヤを用いて回転数を変え、巻き込み部におけるウニ殻の滑りを防止した。

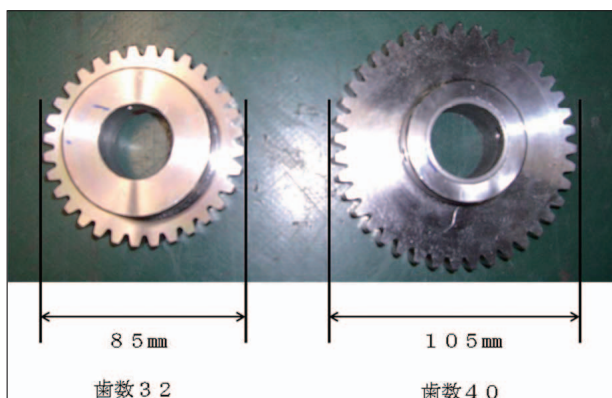


図18 巻き込み部に使用したギヤ

改良機によりウニ殻の破碎を行ったところ、ほぼ同じ大きさで破碎することができた。

⑪ウニ殻投入口の改善

図19に示すように3次元CAD (Solid Works) で製作した図面 (デジタルデータ) を用いてシミュレーションを実行し、ウニ殻の流動の検討を行い、投入口部の形状を改善した。

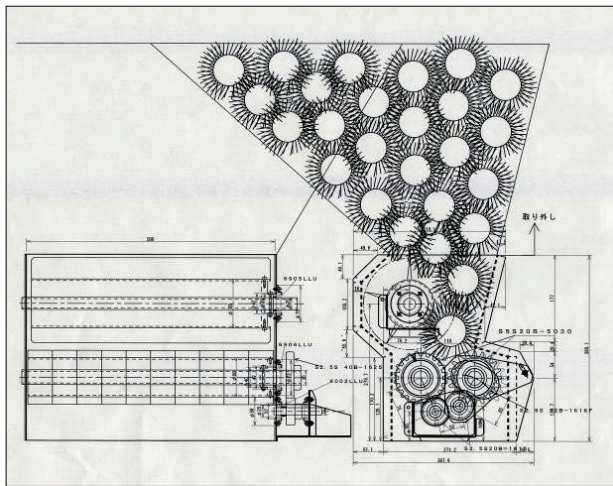


図19 ウニ殻投入口部の解析

図20に改良後の破碎機を示す。

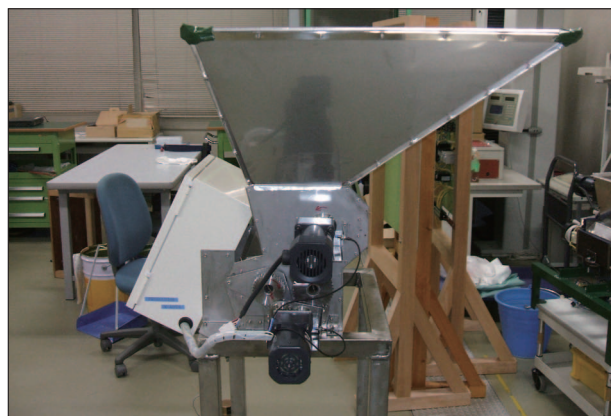


図20 改良機の様子

⑫破碎機の制御

破碎機はシーケンス制御により稼働する。電気回路の基本からラダープログラムまで固有技術を指導し、制御盤を製作した。

⑫-1 電気配線図

PLCによる制御に必要な機器を選定し、図21に示す電気配線図を作成し、制御盤を製作した (図22)。

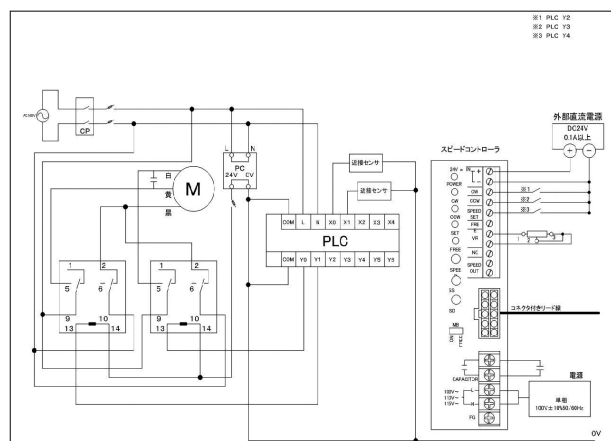


図21 電気配線図

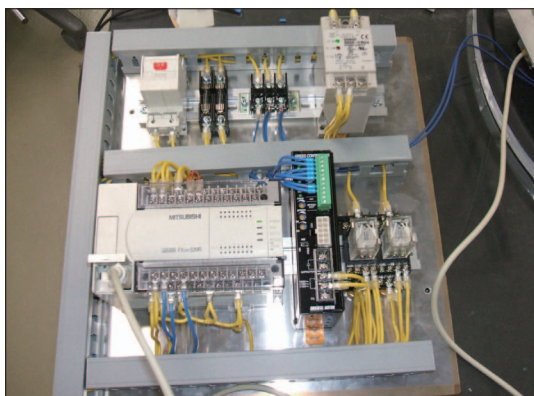


図22 制御盤

⑫-2 運転画面

運転画面は図23に示すように、濡れた手で操作しても大丈夫なようにタッチパネルとした。

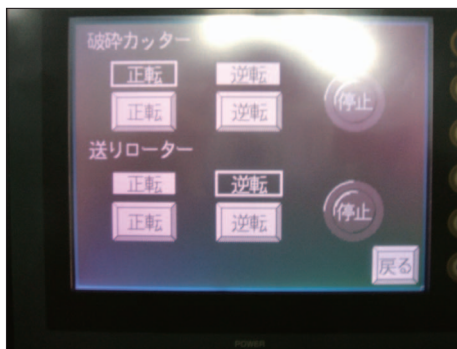


図23 操作画面

⑬本人の感想

ウニ殻剥き機や破碎機の設備開発について、VE手法により設計から製作までの一連を実践したことにより、部品展開から機能展開図を作成し、必要な機能の分析を行い、TT-HS法により具体的な革新案の抽出・革新案の評価・決定・革新案のレビューへと発展させる一連を実際に経験できたことや、これまではイメージをラフスケッチにするといった経験もなかったが、何となくではあるが職場に戻って仕事に生かせると自信が持てた。

また、その過程で全く未知の分野であった3次元CADやCAE技術、電気回路に関して1年間という短期間でPLC技能検定2級レベルまで修得できたことは非常に大きな財産となった。

今回の専攻科への派遣を通して身に付けた知識、

技術を生かし、企業内だけではなく地域のモノづくりリーダーを目指し復興に貢献したい。

4.2 事例2（山田町の企業に就職した進学生）

テーマ：

「エンボスキャリア成型機の段取り時に発生する不良の分析とVE手法による革新案の選出」

①はじめに

陸中海岸のほぼ中央に位置する山田町にある株式会社エフビーに、短大課程から専攻科に進学し就職した者が取り組んだテーマである。

山田町は山田湾と船越湾の2つの湾を擁し、中心的産業としてはリアス式海岸を利用した養殖を中心とする漁業が盛んな町であるが、山間部を中心に中小工場も稼働していた。

山田町では死者600名、行方不明者150名、死亡認定者150名近くが犠牲となった。今後、全町民が「われわれの子や孫たちが津波で命を落とすことなど二度とあってはならない」という強い意志のもと、津波から命を守るまちづくりを目指しており、「山田町復興計画」の基本理念である「津波から命を守るまちづくり」、「住民が主体となった地域づくり」とともに「産業の早期復旧と再生・発展」を掲げている。

内定先である株式会社エフビーは、マイクロコネクタの製造を行っており、専攻科に社員も派遣するなど人材育成にも強力に注力している企業である。

また、300名近い従業員はすべて正規雇用であり、地域の産学官連携組織である「宮古・下閉伊モノづくりネットワーク」の中核企業として「モノづくりができる人づくり寺子屋」を牽引している企業の1つである。

従業員やその家族にも犠牲者がおり、自宅を流失した従業員も多数出たが、建屋自体は津波の被害を免れたことと、社員の結束により停電復旧後操業を再開している。

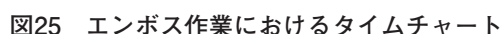
本学生は、短大課程を4年前に卒業し、一度別の企業に就職したが、金型設計・開発業務に従事したいという理由からその会社を退社して専攻科に入学

内定後にインターンシップを実施していただき、マイクロネクタの製造工程を理解した。本来外注から買っていたエンボスキャリアテープであったが、エンボスキャリア成型機の導入により、自社で製造するようになった。エンボスキャリア成型機は自動で成型を行うため、作業者は必要ない。しかし、段取り作業自体に作業者が必要になっている。そこでエンボスキャリア成型機の段取り改善を行うこととした。



エンボスキャリアテープとは、ポケットと呼ばれるマイクロコネクタが収納される形状を持つテープ

分析結果から、段取り替え作業時間が合計で1,281秒要することがわかった。しかし、その段取り中に設備が停止することで、さらに時間を要してしまうことがあることがわかった。

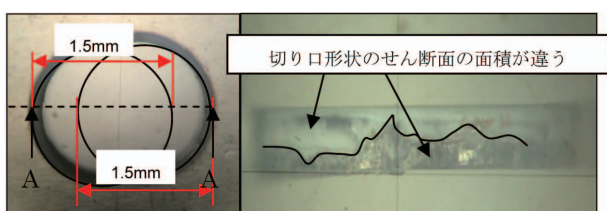


エンボスキャリアテープは、パイロットホールと呼ばれる穴が全部で23個開いている。本来はすべての穴が直径1.5mmの穴となっているはずが、設備停止時のエンボスキャリアテープは、左から7～17番目の穴が長穴のようにになっている（図26）。



図26 設備停止時のエンボスキャリアテープ

長穴が発生し始める7番目の穴が、どうなっているのか見るために、測定顕微鏡（×75）を使用して分析した（図27）。



上面図

断面図 A-A

図27 測定顕微鏡での分析

分析から以下のことが判明した。

- (1) 設備停止時の長穴は1.5mmの穴が2つ存在していた。
- (2) 切り口形状のせん断面から、同一方向から二度穿孔されている。

これらの結果から、1.5mmの穴がずれた状態で二度穿孔されることで長穴のようになることがわかった。また、ズレの値を数値化するために穴の中心を可視化する必要がある。そのため、万能投影機で測定した寸法をもとに図28のように3次元CAD (Solid Works) を用いてデータ化することで穴の中心のズレの値を出した。その他の穴も寸法測定を行い不良発生時の原反を再現した。



図28 現物のデータ化

データ化されたモデルから得た結果を以下に示す。

- (1) 左から7番目の穴から17番目までの穴は同じように2つの穴が発生していた。
- (2) 左から1番目から17番目までの片方の穴は4mmの間隔で原反の端と平行に直線で配置されているのに対し、7個目から23個目まで発生しているもう1つの穴は0.26°右下がりの直線となっていて4mm間隔で配置されていた。

これにより、17個の穴が4mm間隔の直線で穿孔される工程において、穴ズレの原因が生じていることがわかった。これをもとに設備停止までの工程の中から発生箇所の絞り込みを行った。

④相手の特定

考えられる工程として、エンボス成形用穴開け治具による穴開け加工がある。エンボスキャリア成型機にセットするために、原反には23個のパイロットホールが必要となる（図29）。

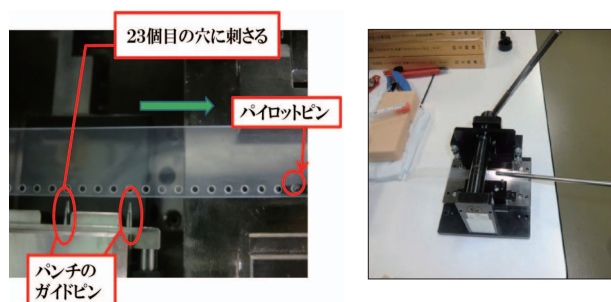


図29 原反のセットと穴開け治具

そのため、エンボス成型用穴あけ治具によって23個の穴を開ける作業が必要となる。しかし、この治具では一度に17個しか穴が開けられないため、図30に示すように6個分の穴を左方向にずらし、もう一度パンチすることで23個の穴を開けている。

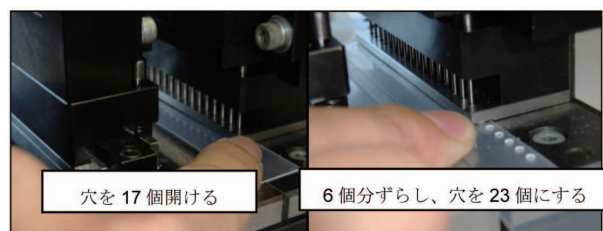


図30 穴あけ治具による作業

図26のデータから得た結果とこの工程の作業が一致していることから、この治具による穴あけ作業によって穴ズレが発生していることがわかった。

⑤発生瞬間をとらえる

実際にこの工程で穴ズレが発生しているか確認するため、発生瞬間をとらえることにした。

現行の治具は図31のようになっており、穿孔する瞬間をとらえることができない。そのため、現象を可視化するための図32のようなプレートを作成した。取り付けた状態を図33に示す。



図31 現行の治具



図32 作成したプレート

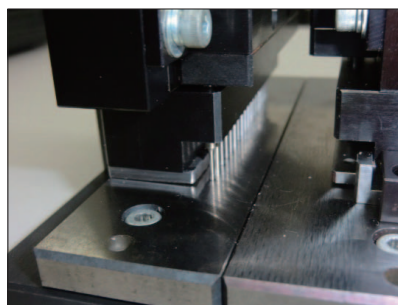


図33 プレートを取り付けた治具

図33の状態で行い、高速度カメラで撮影し

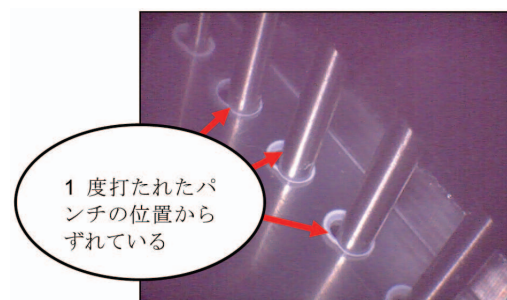


図34 穴ズレ発生瞬間

たところ発生する瞬間をとらえることができた。その瞬間を図34に示す。

このことから、エンボス成型用穴あけ治具による穴あけ作業の際に、穴のズレが発生していることがわかった。そこで、寸法を測定しモデル化してみると同じような傾向で、図35のように0.23°右下がりの直線の同ピッチで穴のズレが発生していた。

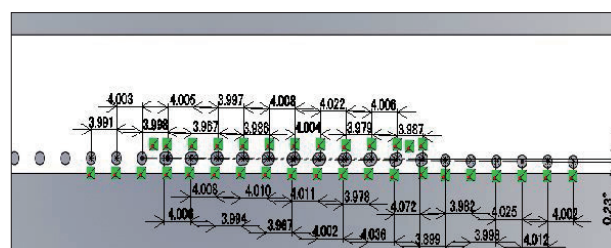


図35 穴ズレの発生した原反

また、このエンボスキャリアテープをエンボスキャリア成型機にセットして動作させた結果、設備が停止した。設備停止の瞬間を図36に示す。

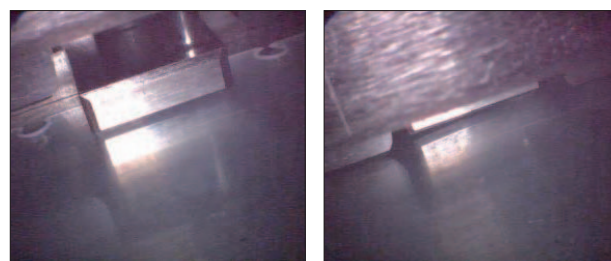


図36 設備停止の瞬間

これにより、治具による穿孔時の穴ズレが設備の停止の原因となっていることが証明された。

⑥動作メカニズム分析

穴ズレが発生する因子がどこにあるのか理解するために、治具の構造を理解する必要があると考えた。そのため、図37に示すような部品展開図、機能展開図を作成した。

図35の穴ズレが発生した原反のデータから読み取れるように、一度目、二度目の穴も同ピッチの直線で穿孔されているため、治具自体にズレの原因は見受けられない。よって、原反に穿孔する際の原反のセット時に穴ズレの原因があることがわかった。部品展開図と機能展開図から、原反の固定と位置決めが左手によって満たされていることがわかった。人はばらつくということから、穴のズレが発生しないような機構を目指すこととした。

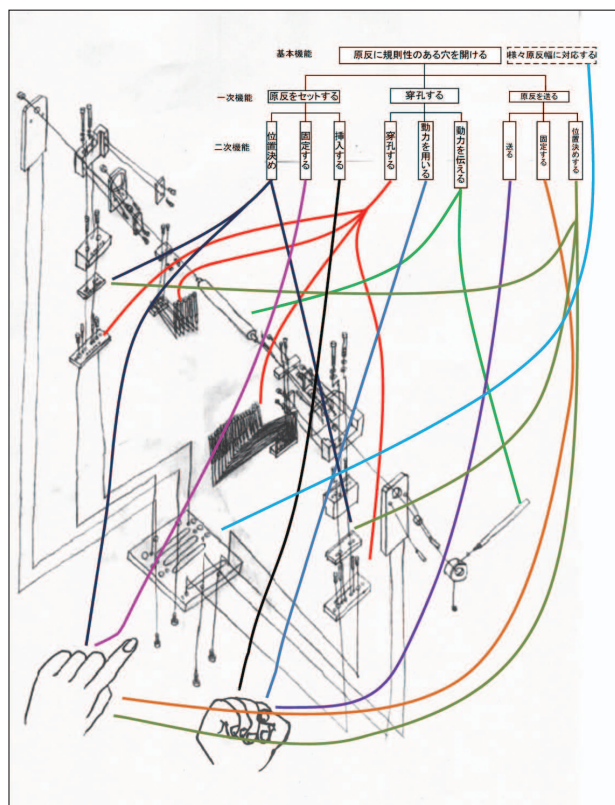


図37 部品展開図と機能展開図

しかし、現行の治具に対する改善を行うだけでは、同じ穴位置に二度パンチを打つという非効率的な作業を必要とする。そのため、今回はVE手法を用いて新たな治具の作成を行うことにした。

⑦VE手法による開発

⑦-1 TT-HS法による新治具の開発

現行の治具の部品展開図と機能展開図をもとに、新たな具体的革新案を考案し、アイデアの体系化を行った。選択基準を

A案：作業性重視

B案：コスト重視

C案：拡張性重視

として3案の具体的革新案を選出した。また、それぞれの案について図38に示すようにラフスケッチを描き、検討を行った。

		長所	短所	検討事項
A案		・てこの原理を利用して、入れて押すだけで穿孔出来るため作業性に優れる ・精度が良い	・パンチに追加工を要するため、現状の治具よりコストダウンにならない	・パンチが高くなるため、熱部品でコストダウンを図る必要がある。
B案		・1穴ずつ穿孔するため、パンチの長さは同一で良く、追加工がなくなり低コストとなる。 ・精度が良い ・段取り次第で船の違う原反にも対応できる。	・部品点数が多い	・船の違う原反に対応できるのはいいいが、商標に穴が開く機材には対応できない。
C案		・自動機に取り付けこれだけで、送りと穿孔2つの機能を満たすことが出来る	・ロータリーパンチの形状が複雑なため、加工費がかかる ・精度に不安がある。	・ロータリーパンチの噛み合いがずれた際に設備が破損する恐れがある。

図38 ラフスケッチによる検討

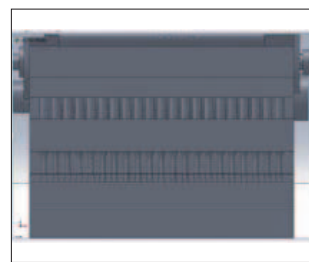
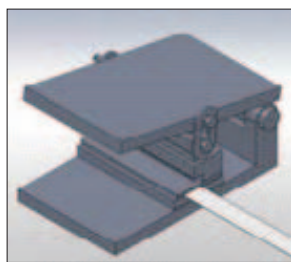


図39 A案のモデル

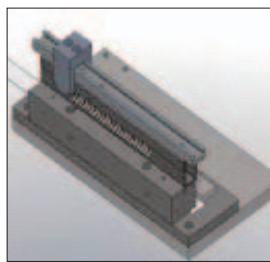


図40 B案のモデル

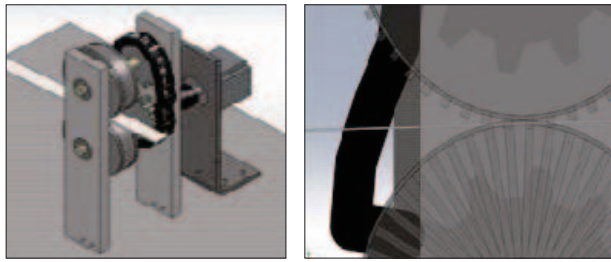


図41 C案のモデル

表3 部品点数とコスト

	現状	A案	B案	C案
部品点数	100	54	101	43
コスト	100	98	75	200

どの案を採用するか決めるため、ラフスケッチをもとに3次元CAD（Solid Works）を使用して、図39～41のように各案のモデルを作成し、必要部品を洗い出した。さらに、部品点数、金額を比較した。

その結果、精度を期待できコストパフォーマンスの良いB案を採用した。

⑦-2 設計

治具の設計に当たり、治具の信頼性を向上させるためデザインレビューを行った。まず、B案の機構でも穿孔することができるのか必要せん断力の計算を行った。

- ・せん断抵抗値の計算（kgf / mm²）

$$= \text{引っ張り強さ} \times 0.8$$

$$= 77 \times 0.8 = 61.6 \text{MPa} \approx 6.3 \text{kgf} / \text{mm}^2$$
- ・必要せん断力の計算（kgf）

$$= \text{せん断抵抗値} \times \text{抜き形状の全周長} \times \text{板厚}$$

$$= 6.3 \text{kgf} / \text{mm}^2 \times 4.7 \text{mm} \times 0.3 \text{mm} \approx 8.88 \text{kgf}$$

この式から今回1つのパンチにつき、8.88kgfのせん断力を必要とすることがわかった。この程度の力ならB案の機構でも、十分穿孔できることが証明された。また、パンチの径から適正クリアランス値を計算し、ダイの穴寸法の大きさを決定した。

ダイ穴直径の計算（mm）

$$= \text{パンチの直径} + (\text{板厚} \times 0.05)$$

$$= 1.55 \text{mm} + (0.3 \text{mm} \times 0.05) \approx 1.58 \text{mm}$$

今回の治具製作において重要となるこの2点の結果をもとに、必要となる部品の寸法や材料の決定、

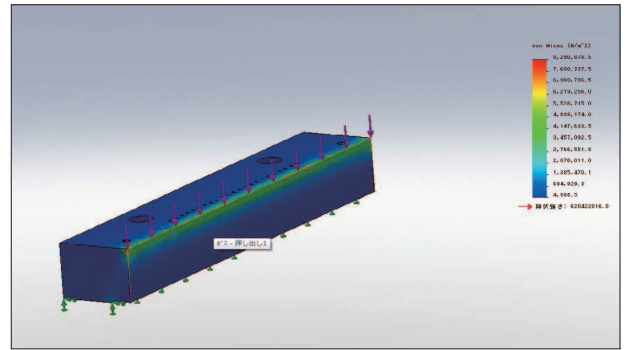


図42 CAEによる解析

購入部品の選定をした。さらに、部品の形状を決定した後、不安と思われる部品に対し図42に示すようにCAEを用いて応力分析を行った。

ここで3次元CADを用いて、寸法が決定した部品をモデル化しアセンブリしたものを動作チェックしたところ問題がなかったため、治具の試作に移ることにした。

⑧治具の製作

製作した治具を図43に示す。

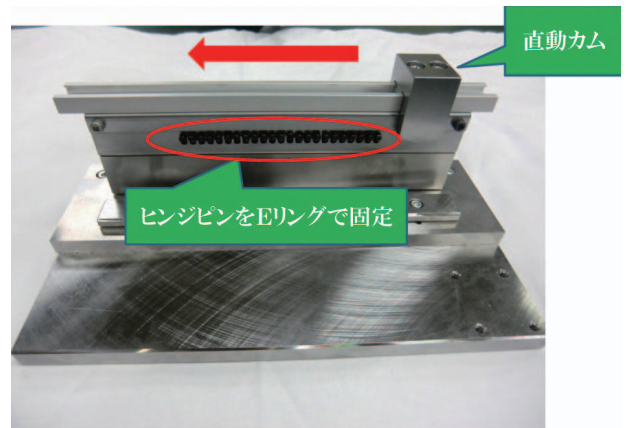


図43 完成した治具

直動カムを移動させ、Eリングで固定されたヒンジピンを下げる。それと同時に、ヒンジピンと正接で接しているパンチの頭が押されパンチが下がるという構造である。しかし、実際に動作をさせるとヒンジピンを固定しているEリングが干渉するため、動作しづらいことがわかった。

そこで、バネによって常に上に挟まれているため、図44に示すように左右を固定する機構とするた

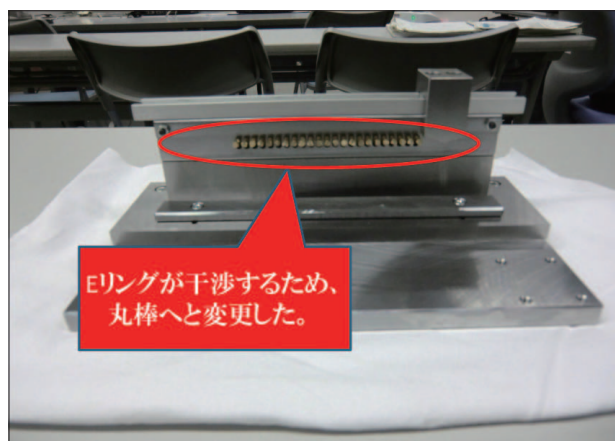


図44 部品変更後の治具

めに、ヒンジピンの部分を真鍮の丸棒に変更した。

実際に動作させたところスムーズに直動カムをスライドさせることができた。また、パンチも降下していることを確認できたため、実際に穿孔することにした。図45に示すように原反を穿孔する前にせん断抵抗値が低い紙を用いて動作検証を行った。

動作検証したところ穿孔できることを確認できた。穴位置も問題がなかったため、実際に原反を穿孔してみることにした。

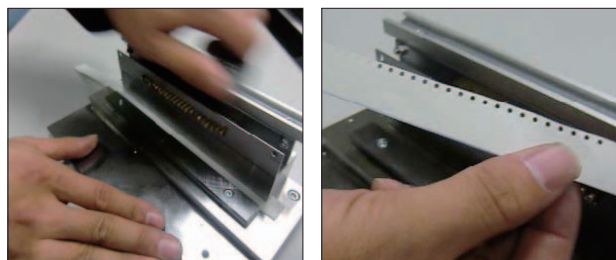


図45 動作検証の様子



図46 原反の穿孔

図46のように、力を加えても穿孔することができなかった。このことから、パンチの先端に図47のように追加工を加えることで応力を分散させることにした。

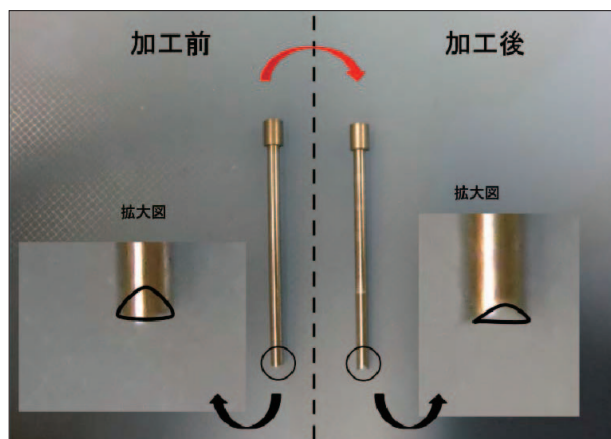


図47 パンチの追加工

このパンチを使用し実際に原反を挿入し動作させたところ、パンチが下降し穿孔できることが確認できた。しかし、パンチが上へ上げるための圧縮バネの力が弱いため、原反に入り込んだまま抜けないという問題が発生した。

そのため、圧縮バネを再度、選定し直すことにした。まず、入り込んだ原反を抜くために図48のような実験を行い必要な力を調べた。

実験の結果から、パンチを引き抜くためには4N



図48 実験の様子

の力を必要とすることがわかった。この結果をもとに、パンチの選定を行った。すると現行の形状に使用できる寸法の圧縮バネではこの規格を満たせるものがないことがわかった。そのため、部品の設計変更、またはパンチを持ち上げるための機構を考える必要がある。

⑨本人の感想

機構設計技術、機械材料特性、3次元CADや分析に関する固有技術を短期間で基本を修得できた。専攻科に入学するまでは改善に対し意識が薄かったが、改善を実践することで、改善するための手段やストーリーを勉強できた。VE手法を実践することで、機能に着目して具現化していくモノづくりの楽しさを実感することができた。

また、オーダーメイドカリキュラムを進めるに当たり、企業側の指導担当の方を始め、周囲からの協力があって進めることができた。仕事を進めるうえでも連携や助け合いができる環境の構築が重要で、そのために自分の考えを伝える、相手の考えを聞くコミュニケーション能力が不可欠だと再確認できたということであった。

就職後は、社内のQMサークルのリーダーとして、この治具に対して分析を継続し、パンチを原反から抜く機構を考案した。現在は穿孔動作の工程能力を検定し、現場に於いて効果の確認を行っている。

5. おわりに

震災から2年が経過し、全体の復興のステージもだいぶ変わってきたように思える。

復興庁による「東日本大震災からの復興の状況に関する報告（平成24年11月22日）」によると、産業・雇用については、

- ・広域でみた被災地域全体の鉱工業生産については、震災前の水準並みで推移。
 - ・津波浸水地域の鉱工業生産は回復しつつあるが、本格的な産業復興が課題。
- とある。

実際問題として、震災後に沿岸部から流出した将

来の地域の担い手となり得る若年者人口が戻ってくるまでであったり、震災前に当然とされていたサプライチェーン・マネジメントのレベルに回復するまでには長い時間が必要だと思われる。民生の復旧はもちろんであるが、産業活動の復興には長期の年数を要すると思われる。

そのため産業界においても再構築が急務であり、これまでの延長線上として取られてきた産業や経済の復興施策だけでは地域産業は衰退してしまうと考えられる。

そうした状況において、各企業で現在まで築き上げられてきた人材育成の考え方やビジョンについて、①そのDNAをきちんと次世代に継承することが重要であると思われる。

また、今後ますます激化するであろうグローバル競争やそれらに伴う新興国の市場成長、新興国市場の成長、原料価格の高騰など、大きなうねりとなってわが国の製造業を取り巻く環境が変化するなかで、地方の中小製造業は、社員の1人ひとりの成長が求められる半面、企業の枠を超え、②より強い地域づくりが必要であると思われる。

専攻科では開設以来、企業の多様なニーズに応えるエンジニアを養成してきたが、これまで県内の沿岸部では内陸部に比べ、高度な技術を修得する場が少なく、また震災で被災した沿岸部の企業が技術向上のための従業員教育を行うことが難しいという現状がある。

「産業再生の推進」と「産業の担い手となる高度なリーダー人材の育成」は車の両輪であり、地域のモノづくり産業は、技術革新や自立創造型企業へ向けたソリューションサポートシステム環境の整備と同時に、それを担う技術人材の育成が不可欠となっている。今後、本県沿岸部を中心とする産業振興分野の復興にとっても必須になると思われる。

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い

くことが使命と考える。

専攻科に従業員を派遣している沿岸部の企業の社長からは、「時代が変化していくなかで会社を残していくというときに人材育成は大きな課題となる。震災のダメージもありましたが社員の派遣は続けようと思っています。」という言葉をいただいた。

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一人ひとり地道に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。

職場へ復帰、就職して実践を続けているエンジニアたち、今後もこうした機会を通じ、多くの卒業生が沿岸部の復興の原動力となると信じている。