

# 産学連携によるオーダーメイド カリキュラムについて

## — 品質保証技術(5源主義手法)を活用した人材育成 —

岩手県立産業技術短期大学校 産業技術専攻科

本間 義章

TCS代表

吉見 登司一

### 1.はじめに

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、県内製造業は疲弊している状況にある。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中、その担い手となる産業人材の育成が求められている。特にも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、さらには、継続的に雇用されるエンployアビリティの向上などが課題として挙げられる。そこで、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、積極的に取り組むことが期待されている。

このような状況から、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で構成されている。

カリキュラムは図1に示すように、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て講義・実習を行うことを基本とし、2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

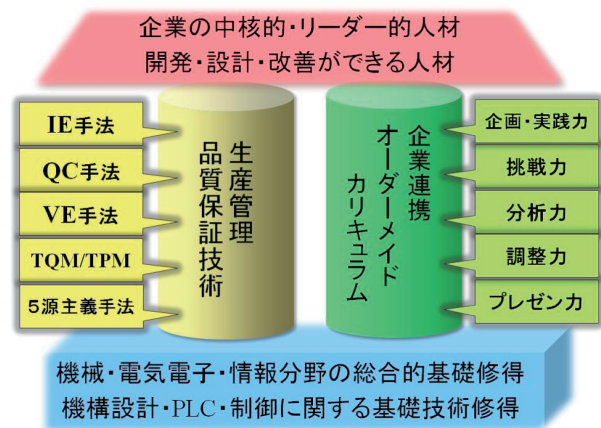


図1 カリキュラムの体系

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。

### 2.専攻科のカリキュラムについて

図2には専攻科が目指すベクトルを示す。

これまでの本県における工業系教育機関は大学工学部などの工学的研究ベクトルと、本校のようなモノづくり技能ベクトルが主であったが、専攻科ではここにIE、QC、VE、SEの手法による「品質保証技術・生産管理ベクトル」を加えている。

モノづくりの流れにおけるこれらの手法を修得するために、オーダーメイドカリキュラム連携企業から、実際に生産している現場を提供していただき、現場改善の進め方を実践している。

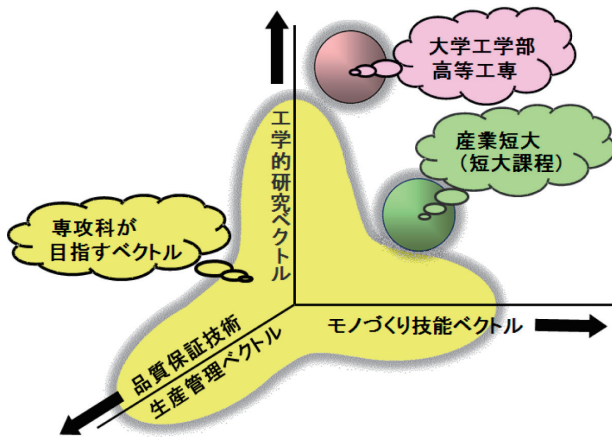


図2 専攻科が目指すベクトル

また、品質の改善では「5源主義改善手法」という新しい手法を導入し、実際の生産現場において事例を盛り込みながら、改善技術と開発力を養成している。現物分析により動作メカニズムを解明し、相手の特定を行う。次に特性と因子・水準図から実験計画法(ランダムサンプリング法)を作成し、検定分布図を求める。ここで最適な条件における工程能力値(Cp、Cpk)を求める。この工程能力値を判定し、良いモノができる条件(作業標準)を求める。その条件のもとで管理図(UCL、LCL)による管理を行う。最終的に、モノづくりの源流である設計段階まで遡り改善を実行するといった流れとなる。

表1には産業技術専攻科の募集概要を示す。募集は3期に分けて実施している。募集区分は設けていないが、概ね第1期は新規学卒者対象、第2期は新規学卒者と企業派遣生対象、第3期は企業派遣生対象と見込んでいる。

当初は本校短大課程からの進学生だけを想定していたが、3年目を迎えた頃から他県の短大校卒業生も入学するようになってきている。

企業から派遣されて来られる方の年齢は、20代～40代と様々である。企業に於いては要職を担っ

ている方もおり、新規学卒者にとって就職に臨む姿勢や社会人としての心構えを勉強できることは勿論のこと、企業派遣生にとっても刺激になるところが大きく、それが教育訓練について、いい意味での相乗効果をもたらしている。

講師陣として、生産管理・品質保証技術分野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お願いしている。

固有技術、学術的分野については「岩手大学工学部」の教授・准教授を始めとして、企業の第一線で該当の業務にあたっておられる方を加えている。また、専門的分野の講義や実技、技術相談などの協力、分析・解析分野では「県工業技術センター」と、さらに3次元データの取り扱い、ハイエンド3D-CADを始めとしたデジタルエンジニアリング分野では「いわてデジタルエンジニア育成センター」などの機関とも連携を図り、効果的な教育訓練を行える環境を構築している。

本稿は、これまでの取り組み状況の概要と、今後の方針について報告するものである。

表1 専攻科の募集概要

募集定員	10名		
修業年限	1年		
試験日	第1期 (主に進学学生対象)	第2期 (進学学生・企業派遣)	第3期 (主に企業派遣対象)
	7月下旬	12月中旬	2月中旬
試験科目	小論文・面接		
出願資格	県内で製造業を営む企業・事業所への就職を希望する者又は現に雇用されており1年間の派遣教育が可能な者で、次のいずれかに該当する者。 ア 職業能力開発促進法に基づく職業能力開発短期大学校で、機械システム系、電気・電子システム系、情報システム系を修学し、卒業した者。 イ 現に県内の製造業に雇用されている者で、高等学校を卒業後、生産工程・製造ライン設備保全等に、2年以上の実務経験を有する者。 ウ 上記に掲げる者と同等以上の職業能力を有すると認められる者。		

### 3.進め方の手順について

オーダーメイドカリキュラムの実施にあたっては、進め方や機密保持等の関係から、本校、企業、本人の3者間で覚書を締結し、企業側からも指導(相談)担当者を選出していただく。月に一回以上の三

者協議（教員、企業の指導担当者、学生による打合せ）を行うことを義務付けている。三者協議では、学生によるテーマの進捗状況等のプレゼンを行い、企業担当者からも指導や意見をもらう。また、翌月までの実施計画や方針、実施内容についての意見交換や打合せを行うなど、産学連携のもとで実施していくしくみとしている。

進学生のオーダーメイドカリキュラムについては、当初県内企業の中で、このような制度を受け入れてもらえる企業を探し、その企業と連携して実施するという案が挙がったが、オーダーメイドカリキュラムを進める課程において、様々な情報提供や、生産現場での対応も出ていることから、就職内定企業に協力をお願いし、実施している。このため、早期に就職内定する必要がある。

テーマの内容に関して、企業からの派遣生は、派遣前から各企業において検討しており、内容の絞り込みについての打合せから入っていく。しかし、進学生については、生産現場での経験が無いことから、就職内定先企業からの理解と協力を頂き、2週間～1ヶ月程度のインターンシップを実施し、仕事の流れを体験するところからオーダーメイドカリキュラムを開始し、テーマの選定に入る。

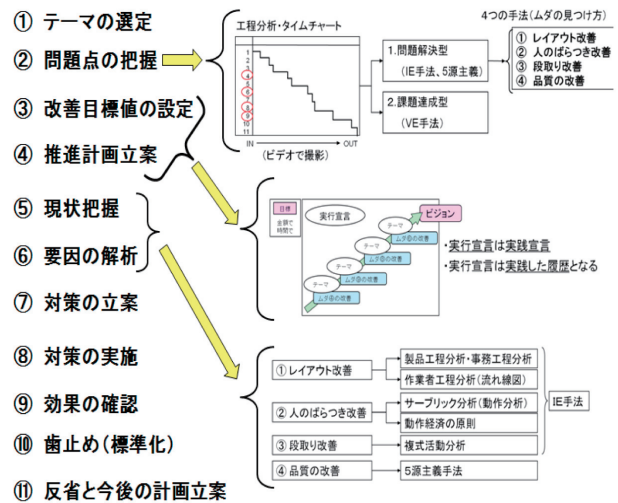


図3-2 課題解決型QMストーリー展開例

進め方の手順は、図3-1に示すようなQMストーリーのサイクルを基本としている。①テーマの選定からPDCAを回す大きな流れの中で、課題解決型のテーマや、課題達成型のテーマによって、機能改善のVE手法、品質（ばらつき）改善の5源主義手法、ムダ取り改善のためのIE手法のそれぞれを単独で、または複合的に適用し、実行していく。図3-2には課題解決型のQMストーリーの展開例としてIE手法を適用する概要を示す。

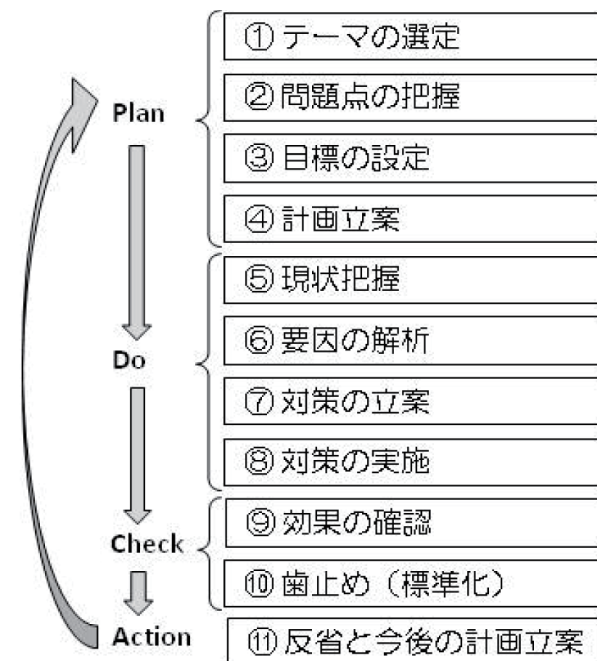


図3-1 QMストーリーの進め方手順（体系）

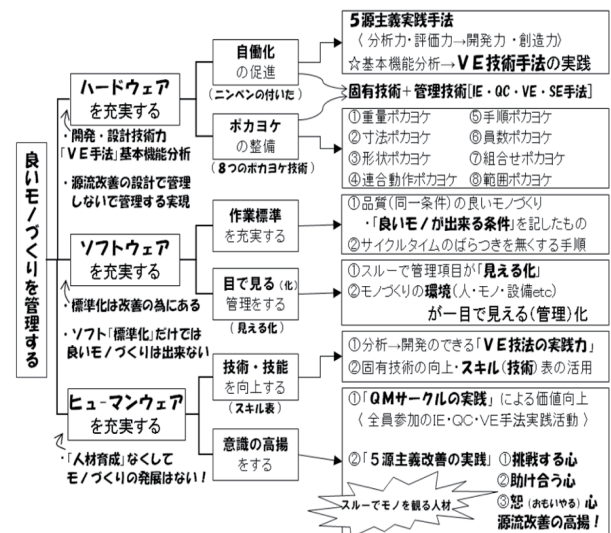


図4 QMストーリー実現のための育成ポイント

このQMストーリー実現のために、良いモノづくりを管理する方針展開のポイントとして「スルーでモノが観れる人材」の育成に注力し、図4に示すようにハードウェア、ソフトウェア、ヒューマンウェアの3面を育成ポイントに置き、良いモノづくりを管理できる人材の育成を目指している。

これら手法の体系的な修得においては、オーダーメイドカリキュラム連携企業に協力をお願いし、実際に生産を行っている現場を活用させていただき、具体的な改善テーマに関して数回に亘り実践を行っている。また、改善案として連携企業へ提案し、改善した際のシミュレーションについて協議する場を設けている。

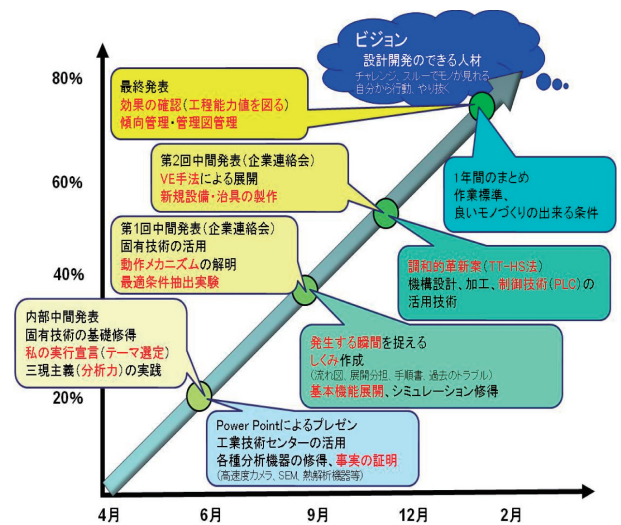


図5 実行宣言

#### 4.これまでの実施状況

表2にこれまでの修了者実績を示す。県内企業からの派遣生は年度によって3～5名とばらつきが見られるが、毎年1～2社程度の新規派遣企業に加え、一度派遣いただいた企業から毎年、もしくは隔年でリピーターとして派遣いただいている状況にある。また、進学者の傾向としては、県外短大からの受験が増加傾向にある。

就職先の企業については、年度によってばらつきがあるものの、県内・県外の比率が4:6程度となっている。県内に事業所のある企業であっても、研究開発・設計職種での採用となる場合、関東圏が勤務地となる場合が多いためである。

表2 これまでの修了者実績の内訳

年度	修了者数	内 訳	
		派遣生	進学生
19年度	10名	6名	4名 本校(4)
20年度	10名	5名	5名 本校(4) 他県短大(1)
21年度	9名	3名	6名 本校(5) 他県短大(1)
22年度	15名	5名	10名 本校(8) 他県短大(2)
23年度	11名	4名 (うちリカレント1)	7名 本校(4) 他県短大(3)

オーダーメイドカリキュラムの開始にあたり、図5に示すような実行宣言を各自に書かせる。目標を明確化し、目標値を評価尺度とするために計量値として設定する。横軸に時間(時期)を、縦軸には目標の達成率(%)を取り、個々人の目標(ビジョン)を達成するためにステップ(修得事項、クリアすべき課題等)を決め(左肩)、その各ステップを達成するための具体的実施内容(右肩)を記入する。ビジョン達成までの各ステップの期限を念頭に置きながら、目標までの達成率に応じた具体策についての自発力と自己評価力を啓発させることを目的としている。

オーダーメイドカリキュラムのテーマ決定時期として、企業からの派遣生については4月中に企業との打合せの機会を持ち、5月連休明けくらいに企業側の受け入れ部署や担当者との調整を行い、具体的に取り組むことになる。

一方、進学生に対しては、概ね就職内定企業が決定する5月下旬頃から企業との打合せを順次持つことになる。

9月と12月には、企業連絡会(オーダーメイドカリキュラム連携企業が一堂に会しての中間報告会、進捗に関しての意見交換会)を開催する。また、3月には一般公開での成果報告会として、成果のプレゼンテーションを実施している。

表3 これまでの実施テーマ

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
	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
平成20年度	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
	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
	臨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
平成21年度	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ベ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
	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砕機の開発
	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单相誘導電動機による制御システムの製作
	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22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連従する分割機構設計とPLCによる安定制御の構築
	技能五輪全国大会工場電気設備職種への取組みとVE手法による自動組立て・バル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
平成22年度	車商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オーダーのワーク流れ不良に関する防止治具の開発
	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組み
	マイクロコネクタパーツオーダーにおける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微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
平成22年度	スプリング式ろ過装置の設計・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

表3にこれまでの実施テーマの一覧を示す。テーマは課題解決型、課題達成型に大別し実施されるが、図3-1における⑨効果の確認に入るまでの段階で企業に復帰、就職するものもある。その場合、専攻科修了生に対し、企業との共同解決テーマとしての位置付けとして、定期的なフォローアップを実施しながら進めることとしている。

### 5. 品質保証技術・生産管理について

オーダーメイドカリキュラムと両輪を成す品質保証技術は、図6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及びデザインレビューにより実践する。

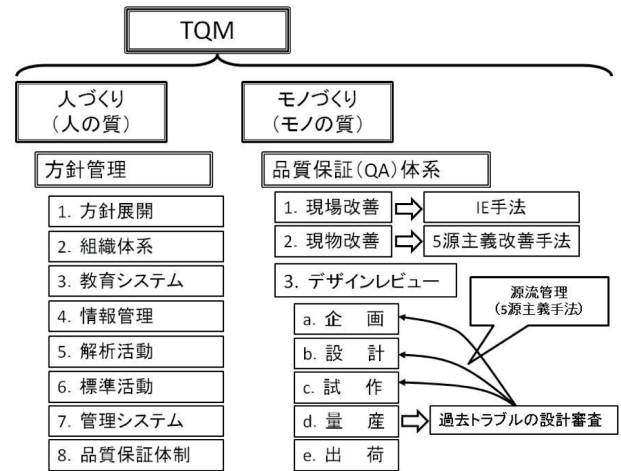


図6 TQMにおける品質保証体系の考え方

5源主義手法では、品質は、「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、という考えに基づいて現物改善の進め方を実践する。

改善は、三現主義による徹底した現物分析から始める、という考え方からスタートする。

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。そのタイムチャートから改善する作業工程に着目する。また、不良の発生についても現物を徹底的に分析(SEM

解析や高速度カメラ等による分析)する。次に課題の内容により各手法を適用する。品質の改善では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7に示す。

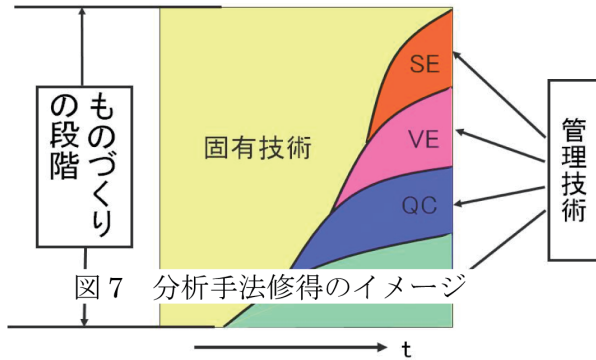


図7 分析手法修得のイメージ

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ベンチマーキング手法を活用して異業種の基本機能分析を行うことによるモノづくり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付けている。

### 6.5 源主義手法による品質の改善について

図8には5源主義手法の進め方手順を示す。問題が起こった際のファクト・コントロールを実行していくためには、①現場で②現物を③現実的に、といういわゆる三現主義が大切であるといわれている。さらに三現主義に基づく行動を裏打ちするために、④原理、⑤原則を加えた5ゲン主義が必要となっている。

専攻科では「ゲン」を「源」としている。これは、モノづくりの流れにおいて、研究・開発を源流、設計を上流とした場合、量産工程で発生した問題であっても、現物分析にVE手法を加え、開発・設計段階(源流側)まで遡り、改善を実行していく、と

いう考え方によるものである。改善の流れは以下のようになる。

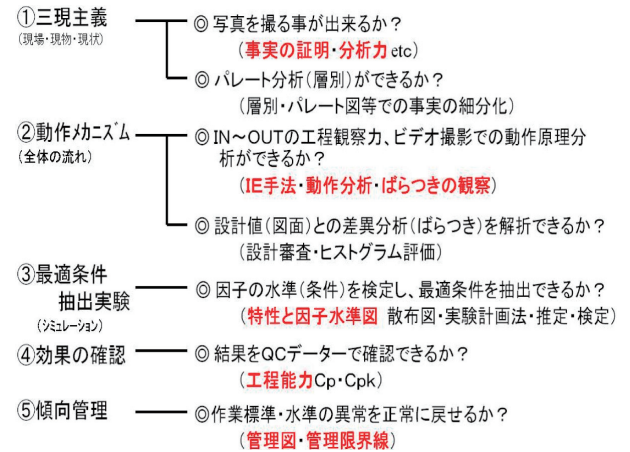


図8 5源主義手法の進め方手順

#### ①三現主義 (現場・現物・現実)

設備が作る不良について、パレート分析により対象物の絞り込みを行う。仮説ではなく、現場で現物を現実に観るという三現主義による分析からスタートする。パレート図による事実の細分化により相手を特定し、SEMや高速度カメラ等の分析装置を活用することにより事実の証明を行う。ここでは、現物の観察をし、分析力を育成する。

#### ②動作メカニズム (全体の流れ)

INからOUTまでの流れ分析として、発生の瞬間を捉え、因子の特定を行う。この際、IE手法や動作分析(ビデオ撮影、部品展開、CADシミュレーション等)を行う。そこで、ヒストグラムによる設計とばらつきの解析により評価する。ここでは、分析された結果を基に、動作メカニズムを解明し、その不良の発生源のばらつきとそのメカニズムを分析する力を育成する。

#### ③最適条件抽出実験 (シミュレーション)

動作メカニズムが解明できたならば、ばらつきの因子について最適条件の抽出実験を行う。この最適

条件抽出実験を行うにあたっては、従来の特性要因図を使用せず、特性と因子・水準図というものを用いる。特性に影響を与える因子について水準の一元配置を行い、実験計画表を作成する。実験のかたよりを防止するためランダムサンプリング法を用いて実験を行い、ばらつきを見るために検定分布図を求める。同一条件での最適条件抽出実験を繰り返すことにより、検定分布図から平均値とばらつきの検定を行う。ここでは、因子の水準によるばらつきを評価し、モノづくりの最適条件を求める力を育成する。

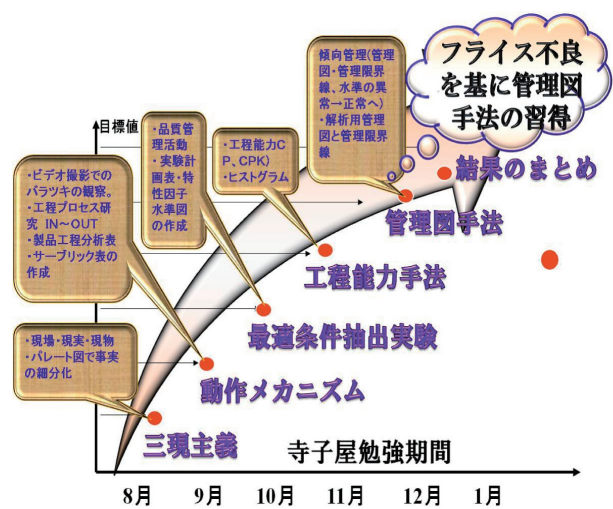


図9 ビジョンに関する実行宣言

#### ④効果の確認

最適条件と検定されたものについて、効果の確認を行う。効果の確認は、工程能力値 (Cp、Cpk) で評価し、不適合率の判定を行う。ここでは、良いモノができる条件 (作業標準) を求める力を育成する。

#### ⑤傾向管理

管理限界線 (UCL、LCL) を記入した管理用管理図 (X、R管理図) を作成する。この管理図により品質の管理を行う。また、改善を行う際には設計段階まで遡り実行する。

### 7. オーダーメイドカリキュラムへの応用

実際に、オーダーメイドカリキュラムとして5源主義手法による改善活動を行った例を示す。

テーマは「ドリルの曲がりによる面粗さ不良の改善」であり、フライス工程における不良発生により、加工損失に与える影響が大きいことから、面粗さ不良の原因追求と是正改善を行ったものである。

はじめに改善の効果を測る意味から、不良個数に関する重点指向を行うためにパレート図を作成する。ここで、テーマの選定理由を明確にし、図9に示すような改善に向けた実行宣言を書く。

次に三現主義による現物の分析を行う。図10に示すように、不良部分のドリル穴が見えにくいので、見易くするために、図11のように不良部分を切断し、傷がどのようなものであるかを徹底的に分析し、評価することにより、不良の相手を特定する。

傷を分析し事実の証明ができれば、動作メカニズムの分析に入る。動作メカニズムの分析では不良が発生する瞬間を捉えることが重要となる。

フライス工程の動作から、ドリルが不良部分に接していることや、加工時にどのような動作メカニズムをとるか、ドリルの性質を調べて不良を出す要因を分析していく。

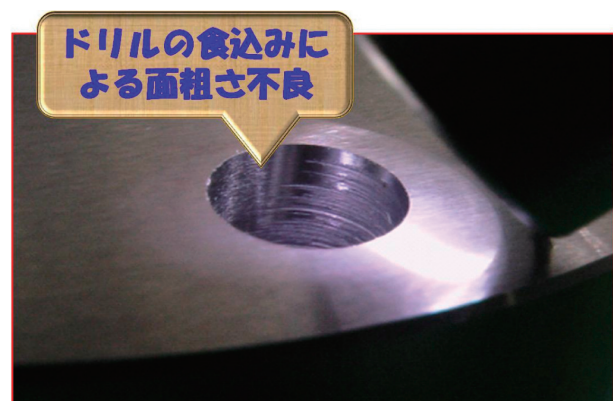


図10 不良部分のドリル穴

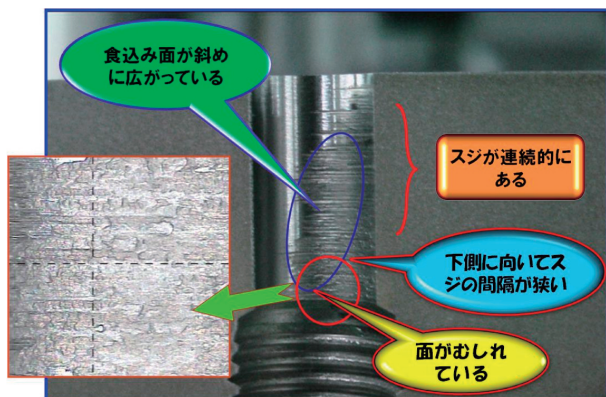


図11 不良部分の分析

その結果、図12に示すように、ドリルのマージン部の摩耗が要因であり、また加工時は温度が1,200℃になり切粉が溶け、刃先に構成刃先となり付着しワークに食込みを与えることが判明した。



図12 動作メカニズム分析による要因の確定

専攻科では、不良が発生する瞬間を捉えるシミュレーション技術としてCAD技術を応用している。

動作メカニズムの分析において、部品展開や基本機能の分析を行う中から、ばらつき特性の抽出を行う。この抽出から、因子を特定し、図13に示す特性と因子・水準図を作成する。

ここで各因子の水準が、平均値とばらつきにどのように作用するか、一元配置による最適条件抽出実験を行う。

したがって、最適条件抽出実験においては、一般的な不良要因を特定する再現実験ではなく、水準(条件)で再現させていく。

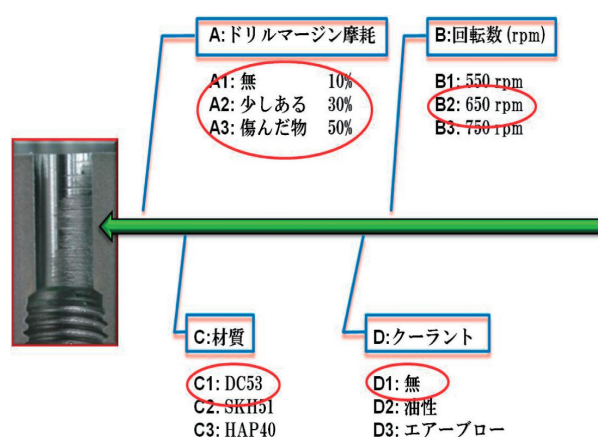


図13 特性と因子・水準図

図14には水準で再現した検定の分布表を示す。

このとき品質はばらつきと平均値で表され、最適条件と検定されたマージン部分の摩耗が無いものについて、図15に示すような工程能力値 (Cp, Cpk) で評価し、効果の確認を行う。

工程能力があることを前提として、良いモノができる条件の実績から管理限界線 (UCL, LCL) を求め、図16に示すような管理用管理図により管理を行う。管理図では結果を見るのではなく、平常時と比べ、何がどう変化したのかを分析する。

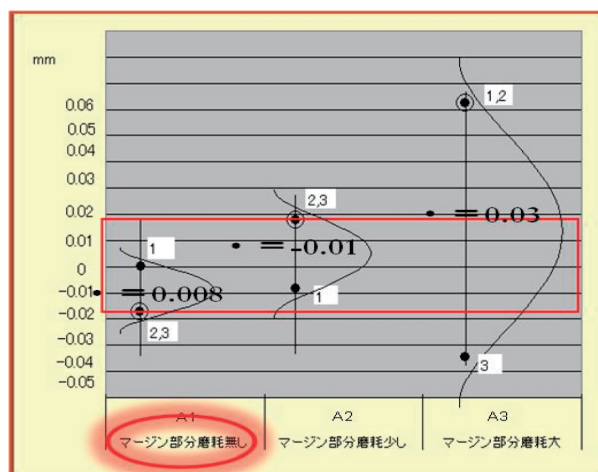


図14 検定の分布表



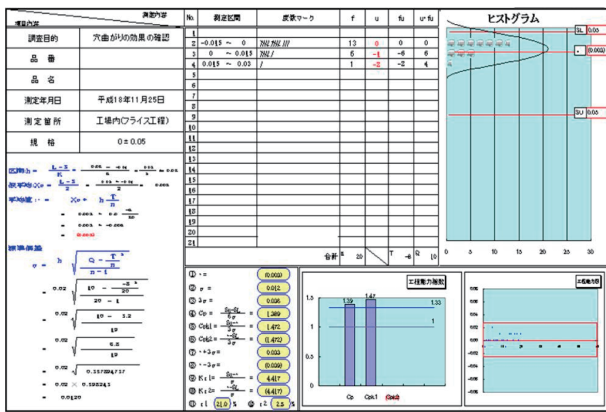


図15 工程能力値の確認

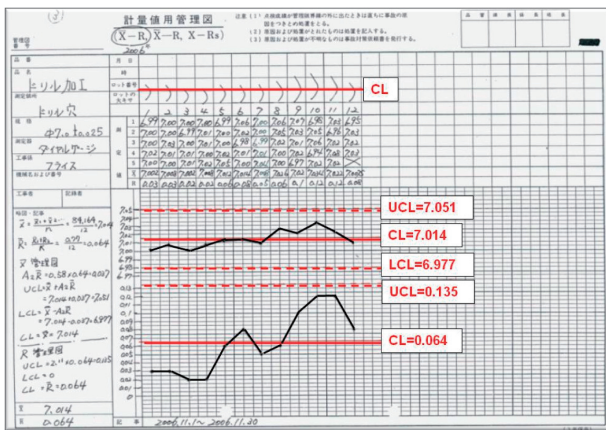


図16 管理用管理図

## 8. 今後の取り組みについて

専攻科では開設以来、オーダーメイドカリキュラムと品質保証技術（5源主義手法、VE手法、IE手法等）を中心として不良を改善し、工程能力を求め、管理図管理を行う一連の流れを継続することで企業が求める課題解決型・課題達成型の人材育成を行ってきた。

今後注力していく取り組み項目として、以下3点が挙げられる。

- ①モノづくりの「作り方（IE手法による流れ研究）」に興味を持たせる
- ②5源主義手法による品質の改善
- ③VE手法により、基本機能を生かした新規開発設備の考案

具体的には、図17に示す育成のポイントと考えるビジョンにおいて、研究・開発を源流とするモノづくりの流れの中で、5源主義手法による品質の改善を進めるための①分析力の強化を継続しながら、最適条件抽出実験から良いモノづくりができる条件を導き、作業標準を求め、工程能力の確認を行う流れと、②機能を測り、基本機能を生かした新規開発設備の考案を、VE手法により展開しモノづくりの上流・源流まで遡って改善する流れの実践を通じて、真の開発・設計ができる人材育成を目指す。

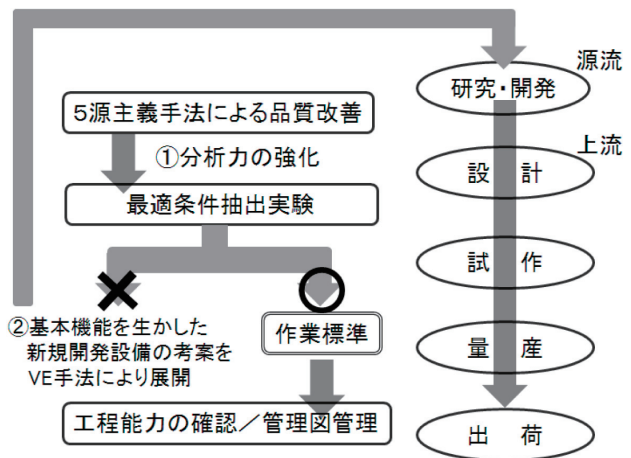


図17 今後の育成のポイント

この度の東日本大震災は、マグニチュード9.0と我が国の観測史上例を見ない規模の大地震で、東日本各地に甚大かつ深刻な被害を与えた。特に、本県においては、地震によって発生した大津波が沿岸各地に想像を絶する壊滅的な被害をもたらし、その状況は筆舌に尽くしがたいものとなっている。

今後、早期の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。

オール岩手として、より広域的な取り組み、あるいは態勢づくりが必要となる中で、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、地域に根ざした持続的・長期的な視点で、モチベーションの高い優秀な産業人材の育成に努めて行く。