

第3章 カリキュラムモデルの提案

第3章 カリキュラムモデルの提案

第1節 カリキュラムモデルに適した技能・技術の検討

各調査の結果及び分析に基づき、委員会において、職業能力開発ニーズの検討を行い、これに必要とされるカリキュラムモデルに取り上げる技能・技術の選定を行った。

1-1 ワークショップ

ワークショップは、機械系及び金属系の2つのグループに分かれて、調査からの情報をもとに、機械・金属分野における有望な技能・技術に関して、職業能力開発を行う必要がある、あるいは取り組むことが重要と考えられる技能・技術の細目について明らかにし、それらの必要性（人材ニーズ）や重要性（課題への対応）、実現可能性等をかんがみ優先順位等の評価を行い、成果物としてのカリキュラムモデル（案）をディスカッション形式で検討した。

1-2 カリキュラムモデルに適した技能・技術

本委員会において、カリキュラムとして構築する技能・技術を検討し、6つの技能・技術を以下の理由により選定した。

(1) 設計技術

【職業能力開発への展開が見込まれる理由（訓練コース設定及びその背景）】

今回のアンケート調査やヒアリング調査の結果から、現状、経営者が望む社員への能力として設計・製図がある。また、将来的にも今後雇い入れたい正規雇用社員として、設計・製図力を持った人材の要望がある。そういった技術力や人材確保の目的や期待される効果には、効率化を求める回答が多くあげられている。

この要望が高い設計製図について、現状はCAD操作している者が、あたかも設計（技術）者になってしまっているように見受けられる。これは単なるCADオペレータにすぎず、細分業化されてしまったがゆえの弊害であり、本来の設計（技術）者ではない。

現状として、生産現場の工程を知らないままに、設計をしている若い技術者が多くなってきている。そのため、現場からの修正依頼も多く、当然ロスも大きい。

製品ライフサイクルが短くなり、開発リードタイムの短縮やコスト削減が要求される中で、加工性や生産性、製造コストといった生産技術を把握した上で、機能や性能を追求する設計ができる設計（技術）者の育成が重要視されてきている。

設計（技術）者は、製造の知識や経験を持たない者であっては、満足な設計はできない。真の設計は、機械加工、材料力学などの基礎知識の上で図面を描くもの、

もしくは形状を作るものである。ゆえに「機械加工、強度、製品機能を考慮したもののづくり」ができる技術者を養成し、グローバル競争時代における設計者には、技術マネジメントとチームをマネジメントする知識が必要である。

よって、今後 CAD を利活用する中堅の設計技術者には、基礎学力を踏まえた上で設計ができる技術の習得が必要である。一つのを生み出すためには、多くの周辺知識が必要であり、高度な技術を求めるのであれば、基礎部分が解らないとできない。

(2) 工程管理技術（保守管理）

【職業能力開発への展開が見込まれる理由（訓練コース設定及びその背景）】

企業においては現状、製造現場での作業は細分化され、いわゆる単能工と言われる従業員が従事している。企業が求める生産性の向上と品質保証といった観点では、個々の作業のスペシャリストも重要であるが、生産工程全般や個々の作業の関連を把握することも重要である。生産全体を考えて個々の作業ができる(把握している)人材、あるいは複合化に対応できる人材が必要とされ、このことが生産性の向上と品質保証、すなわち効率化につながる事となる。

また、近年では顧客の要求の多様化にともない多品種少量生産への対応が求められている。このことは今回のアンケート調査でも技術導入の目的・効果について、効率化、コスト削減に次いで 3 番目が多品種少量生産の回答となっていることからわかる。このような状況の中で、小物製品の加工・組立工程を中心に、台車や屋台などを利用したセルラインを構築する方式へと従来のコンベアラインから切り替えられてきている。セル生産方式では従業員が多工程を担当し、工程間ロスが少なくて済むというメリットがあり、高い生産性が期待できるとされている。しかし、セル生産は単に技術的に生産方式を変えただけでは高い効果は期待できず、生産性はスタッフ主導ではなく従業員自らが工夫し、工程などの改善提案を図ることが重要とされている。単一工程だけの従業員に比べ、セルラインでの多能工は作業能率や品質など多くの面で責任が明確になるため、高品質な製品作りができるメリットもあるとされているが、従業員には生産管理、工程管理、品質管理などの教育訓練が不可欠なものとなる。

以上のような理由により、技術のマネジメントに着目した多能工養成のカリキュラムが必要であると考えられる。

(3) デジタル板金

【職業能力開発への展開が見込まれる理由（訓練コース設定及びその背景）】

ものづくり人材の不足、これは労働人口の減少といった要因も多分にあるが、職種としての魅力、すなわち「ものづくりの楽しさ」を知らない人が多いことに起因するものであろう。このことを受け止め、ものづくり人材確保の一端を担うカリキュラム作成が必要ではないかと考える。

現状のカリキュラムは個々の技能、技術に特化したものが多く、ものづくりという大きな視点から人材を育成するコースが少ない。

本カリキュラムは、板金を題材に採り上げ、設計からシミュレーションをとおして実際にレーザー加工やプレス、溶接を行い、物(課題)を造ることによって、ものづくりの楽しさや工程管理、最新技術の知識などが習得できるものとする。

板金加工は機械加工と比べ、製品を完成させるまでのプロセスが幾通りもあり、それが板金加工の妙味になっている。シミュレーションをとおして「どういふ変更を加えると、どうなる」といった事例を多く知ることによってもスキルアップにつながるができる。また、シミュレーションデータを使って実物を製作し評価することによって、体験学習をとおしたものづくりのセンスを向上することができる。

(4) コーティング技術

【職業能力開発への展開が見込まれる理由（訓練コース設定及びその背景）】

コーティング技術は、各社のノウハウでトップシークレットのものである。

新たに必要とされる技術として注目されており、コーティング技術の活用例（製品寿命の延長、医療関係）を紹介することにより、企業の既存製品における付加価値の向上に寄与するカリキュラムが必要であると考ええる。（異業種への活用）

(5) 自動化技術と環境対策

【職業能力開発への展開が見込まれる理由（訓練コース設定及びその背景）】

効率化を求め、自動化を今後行いたいと考える企業への導入コースがない。その導入コースとしては、自動化された企業の構築例（構築過程のリスク、構築後のリスクも含め）の紹介が有効であると考ええる。

平成5年に施行された環境基本法は、事業者の責務として、廃棄物の適正処理、公害防止、環境負荷低減、再生資源の利用に努めなければならないと規定している。また、国際的には、気候変動枠組条約が1994年に発行され、その後採択された京都議定書では、温室効果ガスの排出量について我国には基準年（1990年）の94%（6%削減）とする法的拘束力のある数値目標が設定された。この状況の中で今回のヒアリング調査からもわかるように、企業では、環境保全対策や省エネルギー化が今後

さらに重要な要素とされている。このようなことから、環境対策や省エネルギーの事例などを紹介したカリキュラムが必要であると思われる。

一方、これらの環境保全に係わる取組とともに、我国の国内情勢として、労働力人口の減少への対応も求められている。これまでの人口が増える一方だったころの自動化(省力化)と減っていく中での自動化(省力化)はおのずから切実さが違ってくる。

特に団塊世代の技術者が次々と定年を迎え、企業にとって不可欠な知識や経験、技能を持つ技術者が急激に少なくなり、競争力が失われてしまうのではないかという危機感が生まれている。団塊世代が持つ属人的なノウハウをいかにして残すかが求められている。その方法の一つが、ノウハウを形式知化・システム化することで企業の財産とすること、具体的にはベテラン従業員のノウハウをデジタル化し、会社のノウハウとして一元管理できる仕組みを構築することである。ノウハウのシステム化を進めていけば、業務プロセスにおいて属人的なノウハウが必要な部分を極力減らすように自動化などを進めていくことにもつながる。

このように環境対策とともに生産プロセスのシステム化や自動化などを積極的に進める必要性が高まっている。具体的な内容のポイントとしては、生産性の向上、加工精度の安定、コスト削減、環境対策等に関する技術についての例示である。

(6) ISO9000、14000 取得後の問題解決

【職業能力開発への展開が見込まれる理由（訓練コース設定及びその背景）】

本来、QCや5Sを徹底してさえいれば、品質管理面の本質的なところに問題はないと思われる。しかし現状、ISOの取得は世界的な流れへの対応として必須であり、このことは、企業体における生産の効率化、不良品の削減、企業の幅(懐)を広げることとなり、さらにはこれらのことが消費者や企業間取引において、製品・サービスの信頼性を担保する上で大きな役割を持つものとなっている。

ISOの取得に関し、その取得手段や取得事例は公開されているが、取得後の実問題の解決については、各企業がPDCAサイクルの中で費用をかけて常に改善しているものであり、そのノウハウは企業独自のものとなっている。

第2節 カリキュラムモデルの提案

本調査結果に基づく職業能力開発ニーズから、必要とされているカリキュラムを検討した結果、以下のように5つの具体的なカリキュラムモデルが作成できた。

なお、カリキュラムの検討段階では、職業能力開発への展開が見込まれる技術として6つの技術が取り上げられていたが、このうち1つの技術（前小節（6）ISO9000、14000 取得後の問題解決）については、調査を進めるうちにカリキュラムモデルとしての具現化が困難と判断したため、提案するカリキュラムモデルは作成していない。

2-1 設計技術

（1）選定技術の現状及び将来像

多くの設計手法は計算機の誕生とともに、20世紀後半の大量生産・大量消費時代に大きく飛躍した。設計手法の必要性は、設計の効率化と高度化、言葉を置き換えれば、量的向上と質的向上にある。

現在の設計ツールとして最も使用されているのがCADである。製図作業の大幅な効率化を果たし、設計・製図作業における「革命」といわれている。

日本では、作図の効率化、また修正変更の容易さから、設計ツールとして急速に広まった。さらに、コンピュータ上のデータを下流の生産工程で有効に活用するために、CAM(Computer Aided Manufacturing)、CAT(Computer Aided Testing)など、逆に上流で強度や振動などを解析するためにCAE(Computer Aided Engineering)などの技術が開発され、統合してCIMS(Computer-integrated manufacturing system)という概念に発展した。

従来の製図台を利用した作業には、長年の経験と細やかな神経が要求される上、一人前になるには何年も経験を要した。しかし、CADはある程度基礎知識を覚えるだけで、未経験者でもベテランと同じ図面を描くことができる。これまでであった図面作成作業の経験の壁が無くなり、未経験者では難しいと思われがちであった設計・製図作業の分野は、誰もが目指せる分野となった。

製品開発のライフサイクルコストは、設計終了段階で全ライフサイクルコストの80%が確定してしまうといわれている。これは、試作調達、製造組立以降の変更は大きな後戻りを発生し、製品開発にコスト、スケジュールの両面から甚大な影響を与えることを意味する。このため、上流の概念設計段階で可能な限り種々の側面から検討を行うことが重要である。

CAD/CAM/CAEは最も普及している設計手法である。これらの導入によって、モデリング、製品の性能評価のためのシミュレーション、PDM¹(Product Data

¹ 設計や開発に関わるすべての情報を総合的に管理して、作業の効率化や時間短縮を図るシステムのこと。製品を構成する部品のCADデータなどを用いて図面情報や仕様書情報など設計に関わるデータを一元的に管理する。ま

Management：製品情報管理)といったことが可能となり、製品や部品の開発期間、試作期間、設計改善期間が大幅に短縮されるようになっている。

また、現在は3次元設計が一般的であり、以前は3次元設計用のソフトは覚えるのが難しく、かつ以前は非常に高額であったためあまり普及しなかったが、ソフトの価格が下がってきたこともあり、10年ほど前から、中小企業にも普及し始めている。これにより、2次元図面から3次元図面がスタンダードなものになりつつある。

最近、設計に対する要求は高度化、高機能化し、一方では設計を取り巻く環境も大きく変化しているために、多くの領域に及ぶ設計では、個別の領域の設計を同時に考えなければならないような状況も生じ始めている。このように多くの領域に及ぶ設計、すなわち複合領域の設計を種々の観点から最適化、もしくは希求を満足させるような満足化の考え方や方法が重要である。

一方、今後の製品設計においては、環境に対する配慮が求められてくる。省エネルギー化の推進は当然であるが、製品・部品の減量化、長寿命化、分解が容易で材料ごとに簡単に分別しやすいように設計すること、そして、再資源化、廃棄処理に配慮するなど環境適合設計を進めていく必要がある。

(2) 選定技能・技術を必要とする業種（業界）や職務（仕事）

機械・金属関連業種全般における設計業務に携わる者

(3) 選定技能・技術の習得に必要なカリキュラムモデル

訓練コース名：ものづくりのための設計技術

(理由等)

今回のアンケート調査を考慮すると、機械製図（JIS製図法）や3次元CAD操作を理解した設計者においては、次のステップとして、既存のカリキュラムモデルの「設計と加工技術（機械加工における製品設計の考え方）」（詳細は別添1を参照）をアレンジした内容のものが企業ニーズとしてあると思われる。また、必要な訓練形式として、従来の数多い受身形式の訓練ではなく、受講者が自ら取り組む参加形式の訓練内容を取り入れて、習得度を向上させるべきである。カリキュラム内容には、実課題を用いたブレインストーミング形式の設計作業が有効であると考えられる。

提案する新たなカリキュラムモデルは、機械設計全般に適用されるものであり、一企業あるいは同業者が受講者となる場合には、その事業内容に特化した教科内容を盛り込むことが理想であると言える。また、以下の①～③の既存のカリキュラムモデル（詳細は別添2を参照）は、今回提案する新たなカリキュラムモデルに関連

た、資材システム、製造スケジュール、管理などとも連携を図り業務の効率化を図る。

するものであるため、必要に応じて活用されたい。

[選定技術に関連する既存のカリキュラムモデル (図1)]

- ① 機械設計製図技術(最適化技術編) 【M116-405-3】
- ② 3次元CADによるチーム設計 【M116-426-3】
- ③ 現場に密着した機械・生産設計の技術ノウハウ(機械要素・生産設計編) 【M116-424-3】

(注)【 】内の英数字は、雇用・能力開発機構で保有しているカリキュラムモデルの整理番号を示す。(2007/12現在)

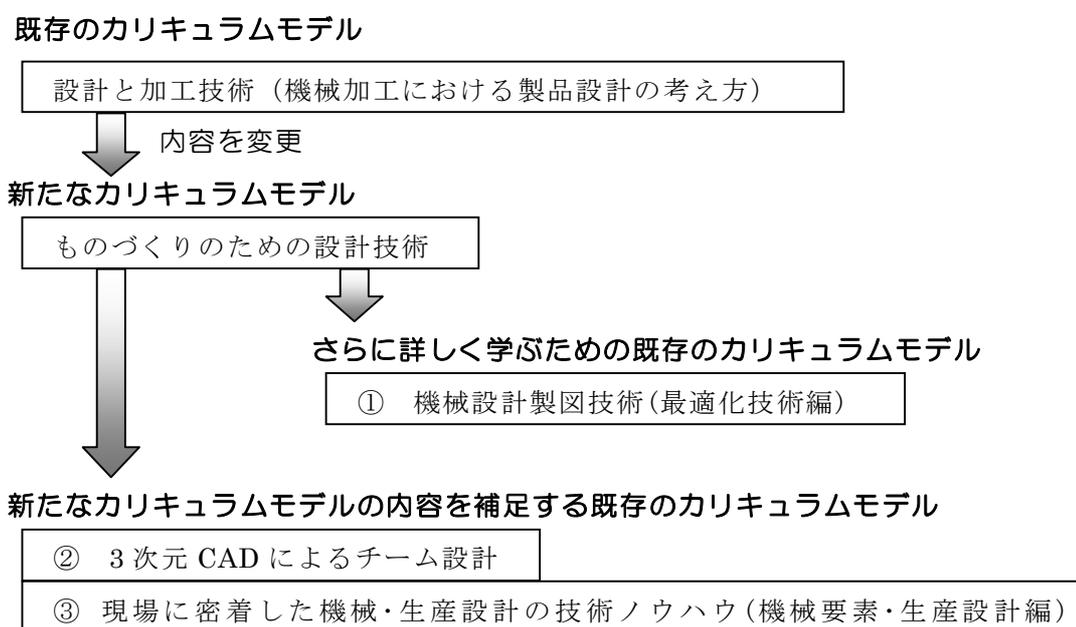


図1

上記①は、提案する新たなカリキュラムモデルの教科細目1「設計と加工」をより詳しく学ぶものにふさわしく、②及び③は、同カリキュラムモデルを補足するものである。

なお、近い将来、信頼性設計 (FMFA と FTA) といったものが重要になると予想されるため、これに特化したカリキュラムモデルが必要であると考えられる。

提案する新たなカリキュラムモデル

訓練分野	機械系	訓練コース	ものづくりのための設計技術
訓練対象者	機械設計に従事し、リーダーとして中核的な役割を担う者、又はその候補者		
訓練目標	設計者が加工を加味した設計を行う上で、生産(加工性・組立性)における問題点を知り、設計時に加工や組立を考慮し、品質向上、コスト低減に結びつける製品設計、部品設計、治具設計を行う技術を習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1.設計と加工	(1) 設計行動のプロセス (2) 設計の際考慮すべき事項(品質、信頼性、コスト、ISO規格、PL法) (3) 設計に必要な知識(機械加工のための設計指針) (4) 各種加工方法の種類と用途 (5) 加工と精度(寸法公差、幾何公差、表面性状) (6) 組立精度		(H) 5.5
2.加工プロセス	(1) CAD/CAMのフロー (2) 工程設計(工程の標準化) (3) 作業設計(加工精度及びコストの考慮) (4) 治具設計と加工段取り (5) 加工時間、加工コストの見積りと検証 (6) CAMに必要な情報(加工条件、NC、データ変換、通信)		5.5
3.加工からみた設計の評価	(1) 加工性を考慮した設計指針 (2) 加工性と設計の標準化 (3) 加工性を考慮した製品設計実習 イ. 課題仕様の検討 ロ. チームによる製品設計実習(VA/VE) ハ. 生産設計の検討 ニ. プレゼンによる設計・加工の評価		6.0
4.事例研究	(1) ブレーンストーミングによる事例研究 例:「失敗事例」から学ぶディスカッション 失敗知識DBから事例を考慮した例題(http://shippai.jst.go.jp/fkd/Search)		6.0
5.統括討議及び評価	(1) 質疑応答 (2) 訓練コース内容のまとめ (3) 講評・評価		1.0
	訓練時間合計		24.0
使用器具等	3次元CAD/CAMシステム		

(別添1)

参考にした既存のカリキュラムモデル

訓練分野	機械系	訓練コース	設計と加工技術 (機械加工における製品設計の考え方)
訓練対象者	生産技術設計に従事し、リーダーとして中核的な役割を担う者、又はその候補者		
訓練目標	設計者が加工を加味した設計を行う上で、生産(加工性・組立性)における問題点を知り、設計上に加工や組立を考慮し、コスト低減や設計変更の低減に結びつける製品設計、部品設計、治具設計を行う技術を習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1.設計と加工	(1) 設計行動のプロセス (2) 設計の際考慮すべき事項(コスト、ISO規格、PL法) (3) 設計に必要な知識(機械加工のための設計指針) (4) 工作機械による加工方法 (5) 工作機械の種類と用途 (6) 工作機械とその周辺 (7) 加工と精度、加工公差、表面粗さ(コスト・治具設計) (8) 組立精度		(H) 5.5
2.加工プロセス	(1) CAD/CAMのフロー (2) 工程設計(工程の標準化) (3) 作業設計(加工精度及びコストの考慮) (4) 加工・組立時間の検証 (5) 治具設計と加工段取り (6) 加工時間、加工コストの見積もり (7) CAMに必要な情報(加工条件、NC、データ変換、通信)		5.5
3.加工からみた設計の評価	(1) 加工性を考慮した設計指針 (2) 加工性と設計の標準化 (3) 加工性を考慮した製品設計実習 イ. 課題仕様の検討 ロ. チームによる製品設計実習(VA/VE) ハ. 生産設計の検討 ニ. プレゼンによる設計・加工の評価		4.5
4. CAM実習	(1) 加工工程の設定 (2) 加工条件、加工法設定 イ. 加工方法、工具情報登録、NCポストプロセッサ登録 (3) NCデータ作成と加工シミュレーション		4.5
5. 加工実習	(1) マシニングセンタ(MC)による加工 イ. 5軸加工(課題)、ヘリカル加工、高速加工等 (2) 設計・製品の評価 (3) 多軸DNC加工 イ. 通信技術 ロ. DNC運転管理		3.0
			訓練時間合計
			24.0
使用器具等	マシニングセンタ、3次元CAD/CAMシステム、DNCシステム		

(別添 2)

関連するカリキュラムモデル①

訓練分野	機械系	訓練コース	機械設計製図技術(最適化技術編)
訓練対象者	機械設計製図関連の業務に従事し、リーダーとしての役割を担う者、又はその候補者		
訓練目標	従来機械の改良、発展など設計変更について、求められる主要な性能を損なわず、機構、構造、形状を決定する過程を工学にもとづいた実習を通して習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. 設計の意義	(1) 設計の必要性と設計の意義 (2) 企画と設計の関係 (3) 設計に対する心構えと基本的な視点		(H) 2.0
2. 設計で決める内容	(1) 公差、角、はめあい、表面粗さ、幾何公差や加工法、鑑定法などに基づく寸法記入 (2) 強度、価格、必要な機能と材質 (3) 製作の可能性と工数を考えた加工法		3.0
3. 設計に不可欠な知識	(1) 設計と力学、総合知識と工学知識 (2) 設計と標準、規格、法規 (3) 設計と情報		3.0
4. 設計計算	(1) 機械要素設計計算式の運用 (2) データの運用と標準化		3.0
5. 設計変更と再計算	(1) 設計変更に伴う機構、構造、形状の見直し (2) 要求される仕様に対する再設計計算		3.0
6. 改訂図の作図	(1) 再計算、再検討後の部品図の改訂 (2) 部分改訂に伴う他部品、図面への影響		9.0
7. 統括討議及び評価	(1) 質疑応答 (2) 訓練コース内容のまとめ (3) 講評・評価		1.0
			訓練時間合計
			24.0
使用器具等	テキスト、参考書籍、課題プリント、関数電卓、製図機、製図用具一式、OHP		

関連するカリキュラムモデル②

訓練分野	機械系	訓練コース	3次元 CAD によるチーム設計
訓練対象者	機械設計業務に従事している者で、今後職場における設計業務の中核を担う者、又はその候補者		
訓練目標	機械設計実習を通して設計プロセス、チーム設計のコツを習得するとともにチームリーダーとしての担当能力の向上を図る。さらに、実習を通して設計プロセスを効率的に実施するための3次元 CAD の活用方法を習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. コース概要	(1) コースの目的と概要及びチームによる実習の進め方		(H) 0.5
2. 設計と CAD	(1) 3次元 CAD の使い方(モデリングの定石) (2) 設計とは (3) 仕様について (4) 構想設計と詳細設計について		2.5
3. 仕様設計 実習	(1) 目的の明確化 (2) 仕様の検討、及び決定 (3) 経過報告と討議		6.0
4. 構想設計 実習	(1) アイデアの抽出 (2) 問題点の抽出 (3) 構想図(ポンチ絵)作成 (4) 部品リスト、樹系図作成 (5) 経過報告と討議		6.0
5. 詳細設計 実習	(1) 3次元 CAD によるファイル(部品、図面、アセンブリ図) (2) アセンブリによる樹系図作成(リンク作成) (3) 部品のモデリング (4) レイアウト調整 (5) 仕様の検証 (6) 解析による評価 (7) 仕様の検証・修正 (8) 経過報告と討議		6.0
6. まとめ	(1) 質疑応答 (2) 仕様の検証・修正 (3) 発表・まとめ		3.0
			訓練時間合計 24.0
使用器具等	3次元 CAD/CAM システム		

関連するカリキュラムモデル③

訓練分野	機械系	訓練コース	現場に密着した機械・生産設計の技術ノウハウ (機械要素・生産設計編)
訓練対象者	機械設計製図関連の業務に従事し、今後現場で中核的な役割を担う者、又はその候補者		
訓練目標	生産設計法に関する現場に密着した機械要素の設計事例を参考に、実践的な機械設計のノウハウを習得し、機械要素・生産設計に関する職務を遂行できる。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. 概要	(1) 訓練の目的 (2) 専門能力の確認 (3) 問題点の整理 (4) 安全上の留意事項		(H) 1.0
2. 機械設計と設計上の留意事項	(1) 設計の留意点 (2) 材料の疲労、破損 (3) 許容応力と安全率 (4) 現場の設計事例から学ぶ設計上の留意事項		3.0
3. 機械要素と設計事例	(1) 各種の締結要素とその方法(ネジ、ピン、止め輪) (2) 軸系要素(軸、軸継ぎ手、キー、スプライン、セレーション、滑り軸継ぎ手、転がり軸受け、シール) (3) 動力伝達要素 (各種歯車、トラクション・ドライブ、クラッチ、ベルト伝導、チェーン伝導) (4) 制動要素(各種ブレーキ) (5) バネ要素(各種バネ) (6) 油圧、配管設計(配管、管継ぎ手、油圧機器と回路) (7) 現場の設計事例から学ぶ設計上のポイント		6.0
4. 生産設計と設計事例	(1) 生産設計 (2) 加工方法の選択 (3) 加工精度と表面 (4) 各種加工方法による製品に対する設計上の注意 (5) 現場の設計事例から学ぶ設計上のポイント		3.0
5. 機械設計課題実習Ⅰ	(1) 機械要素に関する設計事例の分析・検討 (2) 課題の設計及び評価		5.0
6. 機械設計課題実習Ⅱ	(1) 生産設計に関する設計事例の分析・検討 (2) 課題の設計及び評価		5.0
7. 確認・評価	(1) 全体的な講評及び確認・評価		1.0
			訓練時間合計
			24.0
使用器具等	関数電卓、設計資料		

2-2 工程管理技術（保守管理）

(1) 選定技術の現状及び将来像

生産工程管理は、生産条件（顧客からの要求）としての QCD（品質、値段、納期）を達成するために、生産システムの構成要素を総合的に計画、統制、調整していくものである。

消費者ニーズに応じ QCD を考慮した製品仕様が決まり、生産計画を立てられる。計画どおりに実施させるため、品質を安定させ、原価を低減し、定められた納期に完成するよう、作業日程や工程を管理する生産統制が行われている。

従来の製造業における一般的な製造ラインは、ライン生産（ロット生産）方式と呼ばれ、大量生産のため代表的な生産方式であった。

しかし現在では、「かんばん（just in time）生産方式」という、各工程に「必要なものを必要な時に必要な量だけ」かんばん（指示票）と呼ばれる情報伝達ツールを使って、“後工程引き取り”を実施する工程管理手法があり、多品種の製品を適量だけ生産する方式として浸透している。

また、ライン生産方式とは対立概念である「セル（屋台）生産方式」と呼ばれる 1～数人の従業員が組立を行う生産方式も提唱されている。セル生産方式のメリットは、多品種少量生産への対応に優れている点である。ライン生産方式では、生産品目の切り替えに労力を要し、また、一定の生産量が無い場合には生産効率が低下することから必要以上の量を生産してしまい、在庫品が膨れ上がってしまうというデメリットがある。これに対し、セル生産方式では、多種の生産品目を部品箱の入れ替えや作業員の作業順序を変えることで容易に変更でき、また、生産量の調整も人員、セル数の調整によって対応がしやすいメリットがある。さらには、ライン生産では、ライン上の不良によって、全体もそのボトルネック制約を受けるが、独立して稼働しているセル生産に、それはない。セルにおける従業員は、複数工程を任されるため、問題点や改善点が見えやすいといったこともあげられる。

現在、「多様化している消費者ニーズ」や「量産品製造の海外流出」といったことを背景に、セル生産方式が注目されている。1990年代以降、携帯電話やデジタル機器などの分野では、頻繁にモデルチェンジが行われ、これらに即応する工場が求められる。

なお、セル生産方式の導入には、従業員が複数工程を担うため、個々人が熟練するまで時間を要すこと、作業効率は、従業員の姿勢に依存することを承知しておかなければならない。

(2) 選定技能・技術を必要とする業種（業界）や職務（仕事）

全職種における生産現場の従業員

(3) 選定技能・技術の習得に必要なカリキュラムモデル

訓練コース名 : コストダウンのための工程管理技術

(理由等)

以下①～⑤のように、選定技術に関連する既存のカリキュラムモデル（詳細は別添を3参照）はあるが、QCD という大きな管理概念から学ぶ工程管理のカリキュラムモデルが無いため、「コストダウンのための工程管理技術」コースを設定した。

[選定技術に関連する既存のカリキュラムモデル (図2)]

- | | |
|---------------------|--------------|
| ① 技術者のための原価管理基礎 | 【M802-001-2】 |
| ② 生産現場で取り組むコストダウン活動 | 【M802-002-2】 |
| ③ コンベアラインばらしの診断と改善 | 【M812-019-3】 |
| ④ プレス加工における品質管理手法 | 【M813-004-3】 |
| ⑤ 実験計画法による生産プロセス改善 | 【M813-003-4】 |

(注) 【 】内の英数字は、雇用・能力開発機構で保有しているカリキュラムモデルの整理番号を示す。(2007/12 現在)

また、提案するカリキュラムモデルの内容では、グループでの課題検討を行うため、受講者数は8～12名程度が望ましい。

なお、課題検討には市販の工程管理シミュレーションソフトを使用する。

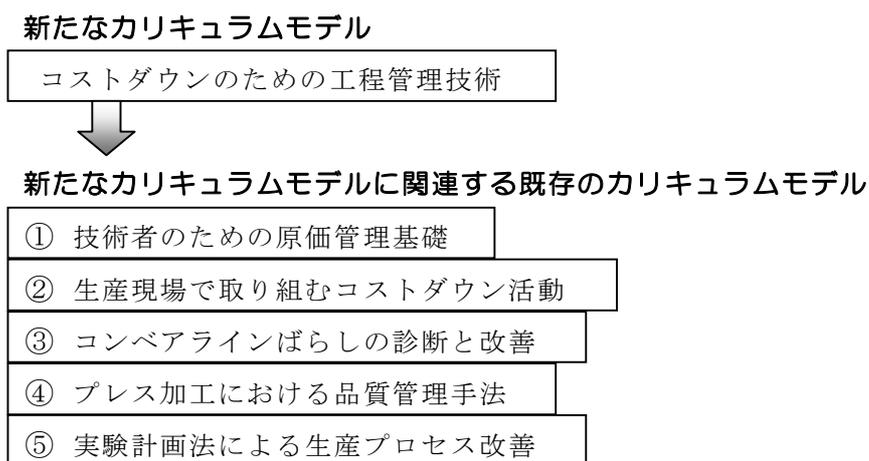


図2

提案する新たなカリキュラムモデル

訓練分野	機械系	訓練コース	コストダウンのための工程管理技術	
訓練対象者	生産現場の管理・監督者			
訓練目標	生産現場の工程管理・改善に必要なコストダウンの取組み方、コストダウンの進め方について習得する。			
教科の細目	内 容			訓練時間
1. QCD の概要	(1) 品質管理の重要性 (2) 原価管理の重要性 (3) 納期管理の重要性			(H) 4.0
2. コストダウンの考え方	(1) 損益分岐点について (2) 原価の仕組み (3) 原価要素別の低減手法			5.0
3. 課題シミュレーション	(1) 工程管理シミュレーションを利用した最適な生産工程の検討 (グループで検討) (2) 発表と評価(グループ間及び講師による)			5.0
4. 工程管理によるコストダウン	(1) 生産方法の改善によるコストダウン (省力化、機械化、FMS、ロボット化等) (2) 生産工程の改善によるコストダウン(段取り改善、工数管理等) (3) 設備管理の改善によるコストダウン (設備レイアウトの改善、予防保全、省資源化等) (4) 目で見える管理と5S(整理・整頓・清掃・清潔・躰)			6.0
5. 事例研究	(1) コストダウン活動の事例紹介・研究			4.0
	訓練時間合計			24.0
使用器具等	市販の工程管理シミュレーションソフト			

(別添 3)

関連するカリキュラムモデル①

訓練分野	機械系	訓練コース	技術者のための原価管理基礎
訓練対象者	生産現場の管理・監督者		
訓練目標	製造原価に関する知識を学び、原価管理、エンジニアリング・エコノミーの手法を習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. 原価の構成	(1) 原価の発生要因、決定要因 (2) 製造原価の構成 (3) 原価の構成要素		(H) 3.0
2. 原価計算の体系と目的	(1) 原価の構成と原価計算の分類 (2) 原価の発生と原価管理の仕方 (3) 原価意識を高めるポイント		3.0
3. 原価管理目的の原価計算	(1) 原価計算の手順 (2) 実際原価計算 (3) 標準原価計算の定義 (4) 標準原価計算 (5) 見積り原価計算 (6) 原価差異分析 (7) 事例演習・研究		6.0
4. エンジニアリング・エコノミー	(1) 経済性比較の原則 (2) 機会原価・埋没原価 (3) 複数案からの選択方法 (4) 事例演習・研究		6.0
	訓練時間合計		18.0
使用器具等			

関連するカリキュラムモデル②

訓練分野	機械系	訓練コース	生産現場で取り組むコストダウン活動
訓練対象者	生産現場の管理・監督者、原価管理を担当している者		
訓練目標	生産現場の管理・改善に必要なコストダウンの取り組み方、コストダウンの進め方について習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. コストダウンの考え方	(1) コストダウンの必要性和重要性 (2) 原価の仕組みとコストダウンの実施及び展開方法 (3) 許容原価志向の原価管理		(H) 5.0
2. コストダウン活動の実施手順	(1) 活動計画・組織化の段階 (2) 実施手順の計画(プロセス設計の考え方)		4.0
3. コストダウンの手法	(1) 原価要素別の低減手法 (2) 設計変更によるコストダウン(VE/VA、GT/標準化等) (3) 生産技術改善によるコストダウン(省力化、機械化、FMS、ロボット化等) (4) 生産管理改善によるコストダウン(段取り改善、工数管理等) (5) 設備管理改善によるコストダウン (設備レイアウトの改善、予防保全、省資源化等) (6) 目で見る管理と4S		6.0
4. 事例研究	(1) コストダウン活動の事例研究		3.0
	訓練時間合計		18.0
使用器具等			

関連するカリキュラムモデル③

訓練分野	機械系	訓練コース	コンベアラインばらしの診断と改善
訓練対象者	製造現場で、工程設計を担当している方で企業の生産活動において工程改善業務に関して管理・指導的な役割を担う者		
訓練目標	トヨタ生産方式におけるライン造りの各論を学び、ライン設計手法、工程設計を助ける改善技法の理解を通して、事例をもとにした課題実習により、既存の製造ラインの診断力、改善力を習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. トヨタ生産方式のライン造り	(1) トヨタ生産方式のライン造りの各論 イ. 平準化 ロ. 後工程引取り ハ. 工程順レイアウト ニ. 多工程持ち (2) 多品種少量生産ラインの狙い (3) トヨタ7つの無駄とライン原則		(H) 1.0
2. ライン設計	(1) 使える工程設計情報 (2) 改善必要量の設定 (3) 少人化のための理論必要人員の計算と投入人員の決定 (4) 作業時間の計測 (5) 作業量の公平分配 (6) ラインレイアウトの設計		2.0
3. 工程設計を助ける改善技法	(1) 1個流し技法 (2) 必要最小限なレイアウト技法 (3) ムダ取り技法 (4) バランス改善技法		2.0
4. U字ラインの工程設計実習	(1) コンベアラインばらしの必要性 (2) 組立工程表の理解 (3) 投入人員数の決定 (4) 公平な作業分配設計 (5) ムダ取り必要量の確認 (6) 標準作業票の作成 (7) 実習結果の発表と講評		5.5
5. 事例紹介	(1) セル生産ライン (2) T字型編成 U字ライン (3) プレス加工 U字ライン (4) 失敗 U字ラインの診断事例		1.0
6. 確認・評価	(1) 質疑応答 (2) まとめ		0.5
			訓練時間合計
			12.0
使用器具等	方眼紙		

関連するカリキュラムモデル④

訓練分野	機械系	訓練コース	プレス加工における品質管理手法
訓練対象者	プレス工場の品質管理業務に携わっており、今後、重要な役割を担う職位にある者、又はその候補者		
訓練目標	プレス加工工程における品質管理手法を実践的な統計手法を活用させることにより習得させる。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. プレス知識	(1) 抜き加工 (2) 曲げ加工 (3) 絞り加工		(H) 3.0
2. 主な製品不良の種類と原因	(1) 抜き加工における不良 (2) 曲げ加工における不良 (3) 絞り加工における不良 (4) その他加工ミス(送りミス、排出ミスなど)		3.0
3. 検査方法	(1) 外観検査 (2) 寸法検査 (3) 機械的強度検査 (4) チェックシート		3.0
4. 検定と推定	(1) 度数分布と正規分布 (2) 中心極限定理 (3) 不良率における推定 (4) 不良率における検定		5.5
5. 事例研究	(1) 製品図の確認 (2) チェックシートの作成 (3) データの収集と管理図の作成 (4) 加工条件の改善例とその効果の検証		3.0
6. 統括討議及び評価	(1) 質疑応答 (2) 訓練コース内容のまとめ (3) 講評・評価		0.5
			訓練時間合計 18.0
使用器具等	PC、表計算ソフト、プレス機械、教材金型		

関連するカリキュラムモデル⑤

訓練分野	機械系	訓練コース	実験計画法による生産プロセス改善
訓練対象者	研究開発、生産技術部門等、実験業務に携わっており、今後重要な役割を担う職位にある者、又はその候補者		
訓練目標	実験計画法を使った効率的かつ効果的な実験の計画と実践的な解析技術を習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. 実験計画法	(1) 最適計画と実験計画法 (2) 実験のモデルとデザイン (3) ヒストリカルデータの解析 (4) 交互作用と多重共線性 (5) 実習(実験計画の作成とその解析)		(H) 4.5
2. 最適計画	(1) 最適計画の利点 (2) 最適計画の理論 (3) コンピュータによる最適計画の作成 (4) 実習(D-最適計画を使った実習)		4.0
3. 混合実習	(1) 混合実習とは (2) 混合実習における制約 (3) 混合実習のモデルとデザイン (4) 実習(D-最適計画による混合実習)		3.0
4. 統括討議及び評価	(1) 質疑応答 (2) 訓練コース内容のまとめ (3) 講評・評価		0.5
			訓練時間合計
			12.0
使用器具等	ハードウェア:パソコン/ソフトウェア:実験計画ソフトウェア		

2-4 デジタル板金

(1) 選定技術の現状及び将来像

国内の板金加工業は、世界に誇る技術を保有していると言えるが、作業従事者の高齢化や後継者不足といった問題を抱えている。また、大量生産拠点の海外流出がある。

板金加工の技術は完成されたものであり、成形、絞り、切断、曲げなど、一つ一つは単純な技術である。製品化されるまでの生産工程は、いくつかの工作機械を使用して行われる。汎用工作機械を使用する場合においては、特に熟練従業員の存在が欠かせない業種である。板金加工の技術の多くは、熟練従業員のカンや経験といった個人のノウハウに頼っていること、あるいは図面やノートに加工情報が書かれていたりするなど、アナログデータとしての記録に支えられていることがわかっている。

特に多品種少量生産の曲げ加工においては、段取り作業が9割近くを占め、熟練従業員の技術をもってしても、これ以上稼働率を上げることが難しいという状態にある。

さらに顧客からの高品質・短納期・低コストといった要求に対して、今までどおりのものでありでは利益が上がらない、コストダウンへの対応ができない、あるいは不良率の削減ができないなどの問題を抱えている。

そんな中、業界で進んでいるのがデジタル化とレーザー加工技術による技術伝承と省熟化である。発注元の情報がEDI²化されるとともに製品データが電子化されてきたため、データを受取ると見積作業と平行して展開、プログラム作業が行われる。また、過去に受注した製品データベースから類似品を検索、得意先別、製品別に作成されている見積基準に照らし合わせた見積が瞬時に発注元へ提示され受注が確定する。その時点ではすでにブランク加工用のプログラムデータができ上がっているため材質、板厚別にネスティングされ、直ちにブランク加工が行われる。しかもその加工は複雑な金型割付を避けてレーザー加工が主体となってきている。その一方でBENDCAMが展開図データから曲げ作業可否を行って曲げデータを作成する。曲げの作業現場ではブランクと曲げデータを物情一体で受取るとすぐに曲げ作業に入る。曲げ終わるとTIG又はYAGレーザー溶接ロボットに展開図に基づいて教示された溶接線の倣いデータが転送され、点付け（仮付け）溶接と溶接線センサーがインプロセスで溶接線をモニタリングしながら歪の少ない高品質なシーム溶接（本溶接）を行い仕上げは溶接焼けを取るだけで作業は終了する。ブランク、曲げ、溶接作業を行う従業員は大半が外国人研修生で日本の熟練工の姿は少ない。こんなデジタル工場が各所で実際に増えてきている。中には展開、プログラム作業もチャージの安い中国、ベトナムで行いコスト削減を進めている企業も出てきた。源流である展開図を正にしてブランク、曲げ、溶接、組立作業をオール・イン・ワンで行う新たなビジネスモデルが確立されてきている。レーザー板金技術とCAD/CAMソフトウェア、産業用ロボットと制御ソフト

² electronic data interchange : 電子データ交換

ト、センサ技術などのデジタル技術が省熟化を可能にし、板金モノづくりの基盤技術が変わってきている。板金業界にはこれからデジタル板金、レーザー板金が主流になっていく。

このデジタル板金への取り組みは、IT 技術を使ったデータの社有化にとどまらず、見積り・プログラム作成・ブランク加工・曲げ加工において、カンや経験による頭脳展開から従業員を解放し、内段取りを外段取り化することを実現し、さらに VPSS（バーチャル試作システム）により新しいものづくりを結実したと言える。

出典 : [digital-bankin.com](http://www.digital-bankin.com) 株式会社アマダ
(<http://www.digital-bankin.com/aboutvpss/index.html>)
マシニスト出版 記事
(http://www.machinist.co.jp/2006_7~12/2006_07/site_jul2006.htm)

(2) 選定技能・技術を必要とする業種（業界）や職務（仕事）

全職種における設計者から機械オペレータまで

(3) 選定技能・技術の習得に必要なカリキュラムモデル

訓練コース名 : 最新のデジタル板金によるものづくり

(理由等)

選定技術に関連する既存のカリキュラムモデルは、以下のように7モデル（詳細は別添を4参照）があるが、対象者及び内容が専門的であり、これらを受講しただけでは一連のものづくりの流れは体験できない。

[選定技術に関連する既存のカリキュラムモデル (図3)]

① 板金 CAD/CAM	【M201-108-1】
② NC タレットパンチプレス 1 (基本加工編)	【M201-105-1】
③ NC タレットパンチプレス 2 (応用加工編)	【M201-106-1】
④ NCT のプログラムと加工技術	【M201-107-2】
⑤ レーザー加工時の安全対策	【M103-301-2】
⑥ NC タレットパンチ・レーザー複合技術	【M201-302-2】
⑦ NC 曲げ加工技術	【M201-102-2】

(注) 【 】内の英数字は、雇用・能力開発機構で保有しているカリキュラムモデルの整理番号を示す。(2007/12 現在)

よって、上記の一連の技術の概要を把握することができることを目的として、設計者及びものづくりの初心者を対象とした新たなカリキュラムモデルを作成した。

なお、カリキュラムのプロセスは、課題の製作を中心に行うものとした。

(製作課題例)

- ① 電子機器製品の筐体部品
- ② 受講者の企業の板金部品（特殊な金型の必要としないもの）

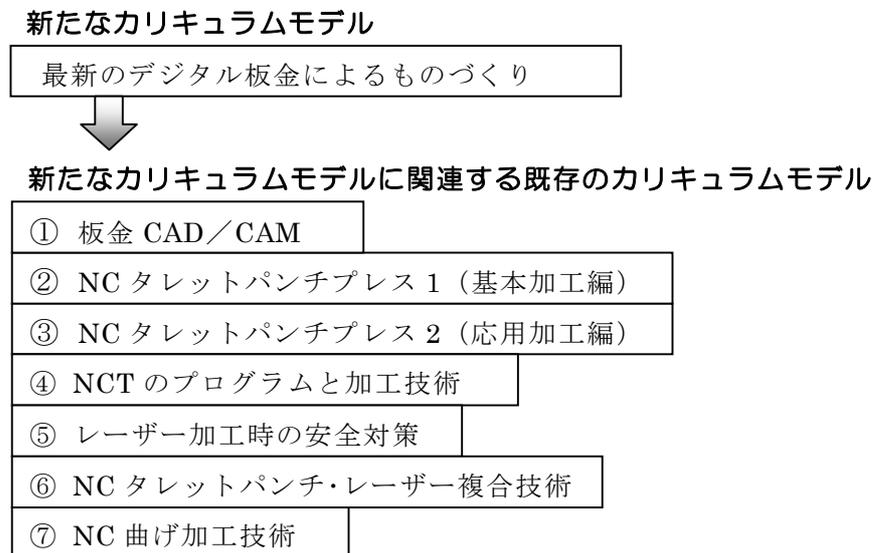


図 3

提案する新たなカリキュラムモデル

訓練分野	機械系	訓練コース	最新のデジタル板金によるものづくり
訓練対象者	設計技術者、精密板金作業従事者		
訓練目標	デジタル板金 CAD/CAM を活用し、NCT、レーザー加工機及び NC プレスブレーキを使い、板金のものづくりにおける設計から製作までの一連の工程を、課題の製作をとおして習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. 加工機の基本操作と安全作業	(1) NCT について (2) レーザー加工機について (3) NC プレスブレーキについて		(H) 3.0
2. CAD システムによる展開	(1) デジタル板金 CAD/CAM とは(立体姿図による確認) (2) 展開の基本操作 (3) 展開図の作成		9.0
3. CAM(NC データの作成)	(1) NCT データの作成とシミュレーション (2) レーザー加工データの作成とシミュレーション (3) NC プレスブレーキデータの作成とシミュレーション		9.0
4. 加工製作	(1) NCT 加工 (2) レーザー加工 (3) NC プレスブレーキ加工(立体姿図による曲げの確認) (4) NCT・レーザー複合機として使用した加工		8.0
5. 評価	(1) 寸法測定(ノギス、デジタルプロトラクタ) (2) 訓練コース内容のまとめ (3) 講評・評価		1.0
	訓練時間合計		30.0
使用器具等	板金 CAD/CAM システム、NCT、レーザー加工機、NC プレスブレーキ		

(別添4)

関連するカリキュラムモデル①

訓練分野	機械系	訓練コース	板金 CAD/CAM
訓練対象者	精密板金(機械板金)作業従事者及び CAD/CAM に興味がある者		
訓練目標	板金 CAD/CAM の基本的コマンドの使い方及び図面の作成の仕方を習得する。CAD で作成された図面から NC データを出力させるまでの手順を習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. システムの基本操作	(1) CAD/CAM とは (2) 基本操作 (3) ハードウェア・保守		(H) 3.0
2. ソフトの操作	(1) 図形(作成機能) (2) 展開(作成機能) (3) 入出力 (4) データ管理 (5) システム維持 (6) パラメータ (7) パンチング(作成機能) (8) 板取り(作成機能) (9) シミュレーション(作成機能) (10)タレット変換		15.0
3. 総合練習	(1) 課題図面の NC データ作成 (システムの立ち上げ～展開～金型割付～NC データ作成～データ出力)		12.0
	訓練時間合計		30.0
使用器具等	板金 CAD/CAM システム		

関連するカリキュラムモデル②

訓練分野	機械系	訓練コース	NC タレットパンチプレス 1(基本加工編)	
訓練対象者	NC タレットパンチプレス作業に従事しようとする者			
訓練目標	NC タレットパンチプレスの基本操作及び基本的なプログラミングを習得する。			
教科の細目	内 容			訓練時間
1. NC タレットパンチプレスの概要	(1) 仕様 (2) 入力指令 (3) 金型			(H) 2.0
2. NC 指令	(1) プログラム方法 (2) プログラミングコード (3) デッドゾーン (4) プログラミング演習			7.0
3. ソフト指令	(1) プログラミングコード (2) パターン記憶及び呼び出し (3) パターン命令 (4) プログラミング演習			7.0
4. 機械操作	(1) NC タレットパンチプレスの起動、編集、運転及び停止			2.0
	訓練時間合計			18.0
使用器具等	NC タレットパンチプレス、金型、器工具一式等			

関連するカリキュラムモデル③

訓練分野	機械系	訓練コース	NC タレットパンチプレス 2(応用加工編)
訓練対象者	NC タレットパンチプレス 1 を受講した者又は同程度の技能を有する者		
訓練目標	NC タレットパンチプレスの応用的な加工(つかみ換え及び多数個取り加工)ができる知識及び技能を習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. NC タレットパンチプレスの応用加工	(1) つかみ換えプログラミング イ. つかみ換え機能の設定 (2) 多数個取りプログラミング イ. 多数個取り基準点と配列ピッチの設定 ロ. 縦1列の多数個取り設定 ハ. 横1列の多数個取り設定 ニ. 試し加工パターンの設定 (3) マクロプログラミング イ. マクロ記憶機能による加工パターンの登録 ロ. マクロ記憶パターンと多数個取り機能の組み合わせ ハ. つかみ換え機能、多数個取り、各種加工パターンの組み合わせ		(H) 15.0
2. 加工実習	(1) 課題の加工		3.0
			訓練時間合計
			18.0
使用器具等	NC タレットパンチプレス、金型、器工具一式等		

関連するカリキュラムモデル④

訓練分野	機械系	訓練コース	NCT のプログラムと加工技術	
訓練対象者	NCT 用自動プログラミング装置 (CAD/CAM) の導入担当者			
訓練目標	精密板金 CAD/CAM システムを利用して NC タレットパンチプレス の操作方法及び加工方法を習得する。			
教科の細目	内 容			訓練時間
1. NC タレットパンチプレス の概要・プログラミングの方法と演習	(1) NC タレットパンチプレス の概要 (2) プログラミングの基礎 (3) 使用機器・金型登録操作			(H) 6.0
2. 各種パターン入力操作演習	(1) 操作マニュアル: 基本操作 (2) 操作マニュアル: 導入 (3) 操作マニュアル: 機能 (4) 各種穴パターン入力操作演習 (5) 各種パターン入力演習			6.0
3. 展開図形作成・図形作成入力・操作	(1) 操作マニュアル: 展開機能 (2) 操作マニュアル: 展開図形作成 (3) 図形作成入力説明・操作			6.0
4. 金型当てはめ操作及びシミュレーション	(1) パンチング(展開図に金型の割付) (2) NC データ作成 (3) シミュレーション			6.0
5. NCT 操作実習・金型交換・分解・組立	(1) 各種スイッチの機能とランプ表示 (2) NCT 操作演習 (3) 金型交換、分解、組立			6.0
	訓練時間合計			30.0
使用器具等	NC タレットパンチプレス			

関連するカリキュラムモデル⑤

訓練分野	機械系	訓練コース	レーザー加工時の安全対策
訓練対象者	レーザー加工に従事し、管理的な役割を担う者、又はその候補者		
訓練目標	レーザー機器の安全管理及び加工作業中の安全対策について習得する。特にレーザー光による人体への影響とレーザーの安全に関する規格動向及び厚生労働省通達に基づく安全対策の実施等について習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. 加工原理	(1) レーザーの原理と種類 (2) レーザーの特徴		(H) 2.0
2. 関係法令及び安全基準	(1) 安全衛生法、施行令、規則について (2) レーザーの安全基準解説 (3) 人体への影響 (4) 安全に関する規格の動向		4.0
3. 安全管理	(1) 安全対策の実施事例 (2) 設置、運営上の注意事項 (3) レーザー機器の安全管理 (4) レーザー加工時の安全対策 (5) レーザー災害事例		5.5
4. 統括討議及び評価	(1) 質疑応答 (2) 訓練コース内容のまとめ (3) 講評・評価		0.5
	訓練時間合計		12.0
使用器具等	レーザー加工機		

関連するカリキュラムモデル⑥

訓練分野	機械系	訓練コース	NC タレットパンチ・レーザー複合技術
訓練対象者	プレス加工、又はレーザー加工の生産技術に携わり、今後リーダーとして中核的な役割を担う者		
訓練目標	NCタレットパンチ・レーザー複合機を知り、それぞれの加工の特徴を生かした製品製作の方法を習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. NC タレットパンチプレスとレーザー加工機	(1) NCT 加工の実習 (2) レーザー加工実習		(H) 6.0
2. プレス加工とレーザー加工の特徴	(1) 切断加工における NCT の特徴 (2) 切断加工におけるレーザー加工機の特徴		6.0
3. NC タレットパンチプレス加工とレーザー加工の比較	(1) NCTとレーザー加工機による同一製品製作 (2) 製品測定と検査		6.0
4. NC タレットパンチプレス・レーザー複合加工機のメリット	(1) NCT 単独で使用了した場合 (2) レーザー加工機単独で使用了した場合 (3) NCT・レーザー複合機として使用了の場合		6.0
5. 板金製品の生産システムにおけるパンチ・レーザー複合技術	(1) 板金生産システムにおける NCT 加工 (2) 板金生産システムにおけるレーザー加工 (3) 板金生産システムにおける NCT・レーザー複合加工		5.0
6. 統括討議及び評価	(1) 質疑応答 (2) 訓練コース内容のまとめ (3) 講評・評価		1.0
	訓練時間合計		30.0
使用器具等	NC タレットパンチ・レーザー複合機		

関連するカリキュラムモデル⑦

訓練分野	機械系	訓練コース	NC 曲げ加工技術
訓練対象者	プレスブレーキ曲げ加工従事者又は同程度の技能を有する者		
訓練目標	NC プレスブレーキ曲げ加工に関する技能、及び曲げ工程、曲げ型(上型、下型)選定、箱体の展開寸法、等の検討に必要な知識について実習を通して習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. NC プレスブレーキ	(1) NCプレスブレーキの能力 (2) NCプレスブレーキの構造 (3) NCプレスブレーキの操作方法 (4) 金型による曲げ様式 (5) 金型の構造 (6) プログラムの作成方法		(H) 5.0
2. 曲げ工程設計	(1) 箱体の曲げ工程検討と曲げ型の選定 (2) 曲げ部の補正值設定とNC曲げによる確認 (3) 箱体の展開寸法設定 (4) プログラムシート作成		3.0
3. 曲げ作業	(1) プログラムの入力及び編集 (2) 金型の交換及び上死点設定 (3) プログラムモードによる曲げ (4) 曲げ寸法、そり、キズと確認		3.0
4. 安全衛生	(1) 作業面の安全 (2) 加工における安全		1.0
	訓練時間合計		12.0
使用器具等	NC プレスブレーキ、金型、プログラムシート等		

2-5 コーティング技術

(1) 選定技術の現状及び将来像

IT 技術の進展にともない、これを支える PC、携帯電話・端末などといったものが高機能化、小型化してきた。これらを構成しているものには、超高集積化する各種電子デバイス、高密度記録媒体、超小型電子部品、光ファイバ、レーザーなどがあり、それらの製造プロセス技術の中で、重要な役割を担っているものに薄膜形成・加工技術があげられる。一般に、厚さが数ミクロン以下の薄膜形成には蒸着(気相法)が用いられており、これには大別して物理的蒸着(Physical Vapor Deposition)や化学的蒸着(Cheical Vapor Deposition)がある。

物理的蒸着は、熱、レーザー光、電子ビームなどによる物理的作用を利用して、固体の薄膜原料を蒸気化して基板に蒸着する蒸着法である。代表的な作製法に真空蒸着、イオンプレーティング、スパッタリングなどがあげられる。

化学的蒸着は、反応管内で加熱した基盤物質上に、目的とする薄膜の成分を含むガス状原料を用いて分解還元・酸化・置換などの化学反応によって基板表面に薄膜を凝縮させる蒸着法であり、単に熱エネルギー付与による熱分解によって蒸着させる熱 CVD や、蒸着気体のプラズマ化によって活性化して蒸着するプラズマ CVD、さらには紫外線・レーザー照射により原料ガスを活性化することで、低温蒸着を可能にした光 CVD などに区分される。また、薄膜形成技術としては、物理的蒸着ほど広い成膜範囲をカバーしているものではないが、光ファイバや粉末製造にも用いられるなど、工業部材への適用においては、むしろ物理的蒸着よりも幅広い。

これらの蒸着法には一長一短があり、工業的には各々目的に応じて使い分けられているのが現状である。すなわち、設備の簡便性や成膜制御性、生産性さらに、薄膜材料／基板に対する適合性などの観点から最適な方式が選定されている。量産技術としては CVD がやや優位にあるものの、基板、薄膜材料(蒸着材料)に制約の少ない PVD がより汎用性の高い薄膜形成技術として多方面で使用されている。

また被膜材料として、ダイヤモンド状カーボン(DLC)が注目されている。製法はプラズマCVD法又はPVD法が一般的に用いられ、下地となる材質や求める膜の性質によって使い分けが行われる。一般的な特長は、硬質、潤滑性、耐摩耗性、化学的安定性、表面平滑性、離型性、耐焼付き性などで、用途として、切削加工用の工具、金型、治具の表面皮膜、自動車用部品などに使用されている。

このように蒸着技術は、現在、電子産業、光学産業、機械・精密機械工業などで欠かせない基幹技術として広く応用されている。

出典：特許庁 資料室 技術分野別特許マップ
(<http://www.jpo.go.jp/shiryou/>)

(2) 選定技能・技術を必要とする業種（業界）や職務（仕事）

全職種における開発担当者

(3) 選定技能・技術の習得に必要なカリキュラムモデル

訓練コース名 : 最新のコーティング技術

(理由等)

以下の①のように既存のカリキュラムモデル（詳細は別添 5 を参照）があるが、内容を確認した結果、以下の a～d を満足させるため、最新のコーティング技術を学ぶことを目的とした新たなカリキュラムモデルを提案する。

[選定技術に関連する既存のカリキュラムモデル（図 4）]

① コーティング技術

【M502-402-2】

(注) 【 】内の英数字は、雇用・能力開発機構で保有しているカリキュラムモデルの整理番号を示す。(2007/12 現在)

- a. 既存のカリキュラムモデルは、PVD に特化しているため、他のコーティングについての知識習得が必要である。また、新たなコーティング皮膜材料が出てきていることもあり、新素材についての内容も必要である。
- b. 密着度について、具体性が必要である。
- c. 最新のコーティング事例紹介が必要である。
なお、これには企業からのサンプル提供や説明が必要であると考える。
- d. 教科目の流れとして、評価も含めたコーティング技術を把握した上で、適用例を学ぶことが効率的であるため、既存カリキュラムの教科項目 2 と 3 を入れ替えるほうがよいと考える。

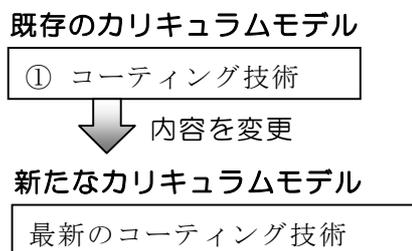


図 4

提案する新たなカリキュラムモデル

訓練分野	機械系	訓練コース	最新のコーティング技術
訓練対象者	製造現場の開発担当者		
訓練目標	物質の表面をコーティングあるいは被覆する技術は古い時代から使われている。最新のコーティング技術を中心に物体の表面に皮膜を形成し、より高い機能を発現させる技術を習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. コーティング	(1) 蒸着技術の理論 (2) PVD 法と CVD 法の特徴 (3) 各種 PVD 法の比較 (4) コーティング皮膜材料の特徴		(H) 3.0
2. 膜質評価技術	(1) 硬度 (2) 密着性【前工程の評価:表面粗度と洗浄】 (3) 組成比 (4) 結晶性 (5) その他		3.0
3. コーティングの適用例	(1) 各適用例とその特徴 イ. 切削工具 ロ. 摺動部品 ハ. 金型類 ニ. 装飾品 ホ. 電磁鋼板 ヘ. 磁性薄膜 ト. 透明導電膜 チ. その他 (2) 最新の事例紹介(コーティングの種類、使用部品・部位)		2.5
4. まとめ	(1) まとめ (2) コーティング適用上の注意 (3) コーティングの技術動向		3.0
5. 統括討議及び評価	(1) 質疑応答 (2) 訓練コース内容のまとめ (3) 講評・評価		0.5
	訓練時間合計		12.0
使用器具等	各種試験機		

(別添5)

参考にしたカリキュラムモデル

訓練分野	機械系	訓練コース	コーティング技術
訓練対象者	機械製造業従事者		
訓練目標	物質の表面をコーティングあるいは被覆する技術は古い時代から使われている。本コースは物理蒸着法(PVD法)を中心に物体の表面に被膜を形成し、より高い機能を発現させる技術を学習する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. コーティング	(1) 蒸着技術の理論 (2) PVD法とCVD法の特徴 (3) 各種PVD法の比較 (4) 各種セラミックス膜の特徴		(H) 3.0
2. コーティングの適用例	(1) 各適用例とその特徴 イ. 切削工具 ロ. 摺動部品 ハ. 金型類 ニ. 装飾品 ホ. 電磁鋼板 ヘ. 磁性薄膜 ト. 透明導電膜 チ. その他		2.5
3. 膜質評価技術	(1) 硬度 (2) 密着性 (3) 組成比 (4) 結晶性 (5) その他		3.0
4. まとめ	(1) まとめ (2) PVDコーティング適用上の注意 (3) PVDコーティングの技術動向		3.0
5. 統括討議及び評価	(1) 質疑応答 (2) 訓練コース内容のまとめ (3) 講評・評価		0.5
	訓練時間合計		12.0
使用器具等	各種試験機		

2-6 自動化技術と環境対策

(1) 選定技術の現状及び将来像

製造業においては、1970年代初めのオイルショックによって日本の高度成長も一度停滞し、それ以前の量産時代に対し、多品種少量生産が論じられていた。この頃からNC工作機械を用いたFA化などが登場したが、組立作業用途としての自動化技術は、性能や信頼性も低く困難な状況であった。

その後、部品供給技術の進歩、機械組立用の製品設計改善、組立工程の解析など、さまざまな努力が実を結び、徐々に機械組立が広がりを見せる。

バブル期には、技術的にも多様な試みができ、自動車産業での様々な自動組立機器の導入、加工工程と組立工程の統合、知的な生産システムの試みなどがされていた。

2004年、自動組立・機械組立については、品質保証、並びにライン立ち上げを短縮するための方法論が再度注目を浴び、安定かつ確実なデータ取りができる装置として自動化機器が再認識されていた。また、医療関係を中心とした機械化・自動化への進展、第3次産業における自動化の要求というように、自動化技術は異業種においても重要なものとなっている。

工場ではライン生産といった量産方式よりも、セル生産といった多品種少量生産に適している方式を採用している企業もある。生産ライン方式は、自動化の初期投資が高く、一方、セル生産方式では、簡素な作業台を用い、個人の技量で製品を組み立てられ、コストや生産性の面で有利であるとされている。

一方、世界的に環境対策が求められている現在、日本においても環境関連法が次々に施行される等、環境問題への取組が求められている。関連法令としては、循環型社会形成推進基本法、自動車リサイクル法、グリーン購入法、食品リサイクル法、建設リサイクル法、容器包装リサイクル法、家電リサイクル法、資源有効利用促進法、廃棄物処理法がある。

企業においても、3R「Reduce（ゴミの発生抑制）、Reuse（再使用）、Recycle（ゴミの再生利用）」として、積極的な取組を行っている。廃棄物の削減や再利用を生業としている企業もある。例えば、廃プラスチックを発砲技術により、軽量擬木を製造したり、ある主原料にセラミックスを添加することでダイオキシンを抑制する材料を開発したりしている企業もある。

今や環境問題に対する企業の取組は、当然のことであり、ISO14000の取得を目指す企業も増加している。

(2) 選定技能・技術を必要とする業種（業界）や職務（仕事）

全職種における生産技術・製造技術担当者

(3) 選定技能・技術の習得に必要なカリキュラムモデル (図5)

訓練コース名 : 以下の4コース

- | | |
|----------------------|--------------|
| ① 自動化システム構築手法 | 【M315-404-3】 |
| ② フレキシブルな自動化システム構築手法 | 【M315-403-3】 |
| ③ 製造業の環境維持技術 | 【M811-001-4】 |
| ④ 環境とリサイクル対応設計技術 | 【M811-002-4】 |

(注) 【 】内の英数字は、雇用・能力開発機構で保有しているカリキュラムモデルの整理番号を示す。(2007/12 現在)

(理由等)

選定技術について、自動化の導入、構築においては、上記①②の既存のカリキュラムモデル(詳細は別添6を参照)で対応が可能である。また、環境対策においては、上記③④の既存のカリキュラムモデル(詳細は別添7を参照)で対応が可能である。

また別途自動化について、事例紹介として「成功事例」や「失敗事例」を用いた教科内容も検討したが、これらの事例は入手がしにくく、カリキュラム化が困難と判断したため、新たなカリキュラムの作成には至らなかった。

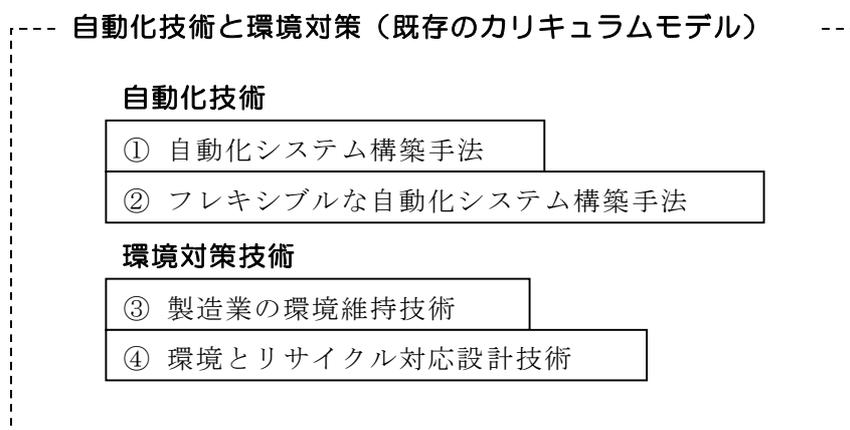


図5

(別添 6)

選定技能・技術の習得に必要なカリキュラムモデル①

訓練分野	機械系	訓練コース	自動化システム構築手法
訓練対象者	生産設備の自動化・省力化に従事し、リーダー的役割を担う者		
訓練目標	目的に合った生産システムを構築するにあたって必要とされる自動化技術に関する知識と技術を習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. 生産システムの自動化	(1) 生産システム概論 (2) 生産システムの構成 (3) 効率のよい生産システムの構築 (4) 工程分割と作業ユニット (5) 簡単な自動化ラインの構築実習		(H) 6.0
2. フレキシブルな生産システムの構築法	(1) 品種判別の手法 (2) 段取り替えの手法 (3) 多品種対応機構の作り方		6.0
3. 生産システムの構成事例	(1) インデックス式生産システムの構築実習 (2) フリーフロー式生産システムの構築実習 (3) 多品種対応生産システム (4) 高速化生産システム (5) 総論		5.5
4. 統括討議及び評価	(1) 質疑応答 (2) 訓練コース内容のまとめ (3) 講評・評価		0.5
			訓練時間合計 18.0
使用器具等	フリーフローライン、インデックスライン、P&P ユニット、組立てユニット、ID システム、各種メカトロモジュール、PC、I/O パネル		

選定技能・技術の習得に必要なカリキュラムモデル②

訓練分野	機械系	訓練コース	フレキシブルな自動化システム構築手法
訓練対象者	生産設備の自動化・省力化に従事し、リーダー的役割を担う者		
訓練目標	自動機の本メカトロ化技術をPC(プログラマブルコントローラ)とパソコンを用いた制御実習を通して学習し、更にフレキシブルな自動化システムを構築する手法を習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. 空気圧機器の制御と応用	(1) 空気圧駆動アクチュエータ制御回路と応用 (2) 空気圧ロボットによるワークハンドリングシステムの構築実習		(H) 3.0
2. メカトロ機器の制御応用技術	(1) 多品種対応機構の制御技術 (1) PC とパソコンによる数値制御型アクチュエータ(ステッピングモータ等)の制御 (3) 任意の変位・速度特性を得るための制御方法 (4) 数値制御型システムの制御実習		6.0
3. 機械のフレキシビリティと応用技術	(1) 数値制御と位置・速度可変機構 (2) メカニカルカム、ピクチャーカムとソフトウェアカム (3) フレキシブルなハンドリングシステム (4) 可変機構システム構築実習		6.0
4. 自動化ラインの構築	(1) 効率の良い自動化ラインの構築 (2) ベースマシン (3) 工程分割と作業ユニット		3.0
			訓練時間合計 18.0
使用器具等	各種メカトロモジュール、P&P ユニット、PC、コンピュータ、I/O パネル、動作解析システム		

(別添 7)

選定技能・技術の習得に必要なカリキュラムモデル③

訓練分野	機械系	訓練コース	製造業の環境維持技術
訓練対象者	製造業において環境配慮型企業として ISO14000 取得を目指すために管理・指導的な役割を担う者		
訓練目標	いかにコストを掛けずに環境を維持した生産をし、また省エネなどを実施することにより環境を守りかつ生産性を向上させるなど、製造業の視点からバランスを考慮した環境維持技術を習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. 製造業と環境問題	(1) 社会における環境問題の動向 (2) 事業者と環境問題の今後		(H) 1.0
2. 環境維持のためのシステム	(1)環境関連の法令 イ. PRTR ロ. 環境影響評価 (2)ISO14000 について イ. 小集団活動と ISO14000		4.0
3. 環境維持に必要な知識	(1) 化学物質と環境問題		1.0
4. 環境維持と経費削減	(1) 経費削減に結びつく環境維持 イ. 生産工場の消費電力削減 (2) 機械加工現場での環境維持 イ. 切削油の処理 ロ. 切り屑の処理 ハ. ドライ切削のメリット		4.5
5. 環境技術の今後と展望	(1) 21世紀の機械加工業 (2) 今後必要になるであろう新技術 (3) 環境技術教育		1.0
6. 統括討議及び評価	(1) 質疑応答 (2) 訓練コース内容のまとめ (3) 講評・評価		0.5
	訓練時間合計		12.0
使用器具等	ビデオ、OHP		

選定技能・技術の習得に必要なカリキュラムモデル④

訓練分野	機械系	訓練コース	環境とリサイクル対応設計技術
訓練対象者	各種の現場において環境対策に関する業務に携わっており、リーダー的な役割を担う者、又はその候補者		
訓練目標	これからの製品設計においては、その製品の全ライフサイクルにおける環境への影響を考慮する必要がある。環境破壊や環境を考慮したエコデザインのアプローチ方法を習得する。		
教科の細目	内 容		訓練時間
1. 設計とは	(1) 製造業の潮流 (2) 設計環境の現状 (3) 設計支援技術		(H) 1.0
2. ISO 規格概要	(1) ISO9000とは (2) ISO14000とは (3) PL法とは (4) 環境関係条例及び法令 (5) ISO規格体系		2.0
3. 環境とリサイクル設計	(1) ライフサイクルアセスメント (2) リサイクル対応設計 (3) マテリアルサイクル (4) 組立性・分解法の評価技術 (5) METポイント法		5.5
4. 環境とリサイクル設計の推進手法	(1) VE採用の実践事例演習 (2) 一般的な商品の組立・分解性と評価 (3) 環境指数の評価 (4) グループ討議による改善提案 (5) ソフトウェアによる指数評価 (6) 設計評価と設計変更 (7) グループ発表と討議		6.0
5. 取組み事例	(1) 環境問題情勢からの課題 (2) 現状サイクルの流れ (3) 再利用と廃棄 (4) 法律整備の動向 (5) 環境とリサイクルを配慮した事例 (6) 今後の課題		3.0
6. 統括討議及び評価	(1) 質疑応答 (2) 訓練コース内容のまとめ (3) 講評・評価		0.5
			訓練時間合計 18.0
使用器具等	環境負荷評価ソフト		

2-6 ISO9000、14000 取得後の問題解決

(1) 選定技術の現状及び将来像

最近では、顧客に対して信頼感を与えることに対する重要性が増してきており、納品した製品の品質や性能について、製品のライフサイクルを通じて一定の条件を満たすことを保証しなくてはならなくなっている。

欧米で一般的な ISO9000 シリーズ（品質管理システム）は、製品の品質について、信頼感を与えるための手段として重要性が認識されおり、各企業はその認証取得を行っているところである。また、同様に企業における環境負荷低減に対する取組を ISO14000 シリーズ（環境マネジメントシステム）の認証取得をとおして、社会的にアピールし、信頼性を得るものとしている。現状、企業間の取引には認証取得が条件となり、そのため取得に踏み切る企業が多い。

このような現状において、認証取得後、取組を強化・継続することで品質管理面や環境管理面が改善され、好転している企業もあれば、取得はしたものの効果が見られないといった企業もある。

(2) 選定技能・技術を必要とする業種（業界）や職務（仕事）

全業種における品質保証担当者、管理担当者

(3) 選定技能・技術の習得に必要なカリキュラムモデル

選定技術に関して必要なカリキュラムを検討したが、教材として必要となる「ISO 取得後の運用事例」は入手しにくく、事例紹介を内容としたカリキュラムモデルの作成は困難であると判断した。

また、ISO 関連については、新たなカリキュラムモデルを作成するのではなく、既存のすべてのカリキュラムに品質保証や環境保全、訓練コース内容に関連した法令等の概要説明を関連する教科目として導入する必要があると考える。

第3節 カリキュラムモデルの構築に関するまとめ

委員会においては、調査結果の分析から能力開発が必要とされている技能・技術を把握することにより、カリキュラムモデルを構築する6つの技術テーマが上げられた。このうち4つの技術テーマについては、新たなカリキュラムモデルとして提案されている。また、残り2つのうち1つは機構の在職者訓練カリキュラムモデル（複数）が適応していると判断され、もう1つについては、教材の入手が困難であるといった理由により、具体的なカリキュラムモデルの作成が断念された。

カリキュラムモデルとして提案している技術は、新技術というよりは既存技術の統合といったものとなっている。

また、調査結果としての職業能力開発ニーズを満足するカリキュラムは、結果として機構の保有する在職者訓練カリキュラムで大半網羅されており、委員会においてはこれらのカリキュラムを世の中へ積極的に広報普及させてほしいとの要望があげられている。

なお、今回のカリキュラムモデルの提案は、調査結果の中から特に目立ったものを委員の方々の専門性の範疇で検討していただいた結果の例示である。したがって、本報告書に掲載しているカリキュラムモデルがすべてではなく、今回の調査結果が、他のカリキュラムモデルを作成する際の参考として活用されれば幸いに思う。

