

電気・電子分野に関する指導法の事例研究

高度職業能力開発促進センター 藤 森 充

A Study of the Electronic Methodology on Basis of a Few Examples

Mitsuru FUJIMORI

要約 カリキュラムを考えるうえで、受講者のニーズを把握し、講義と実習をバランスよく配置することが大切とされる。さらに、受講者の状態を考慮した指導は、受講者の習得を促す効果が期待できる。これまで、指導法は多く示されている。しかし、実際の適用事例やその効果についての報告は少ない。

ここでは、高度職業訓練専門短期課程電気・電子系における現場での指導法の具体例を取材し、受講者による評価との関連からその効果について検討した。結果より、講師の直接的な問いかけによる受講者との対話や実演、事例研究などが受講者の評価を高め、当該分野の理解を深めることに役立つことを示した。また、事例より、効果的な指導法を抽出し、受講者の立場に立った指導を行うための流れとキーワードを提案した。

I はじめに

受講者ニーズを把握し、カリキュラムを作成することは、受講者の応募増加が望めることから有効な手段といえる¹⁾。目標を的確に設定し、内容を吟味した後では、指導の効果は直接対応する指導員の指導法によるところが大きい。一般に、指導法の定石は数多く示されている²⁾³⁾。しかし、実際の場面での指導法を直接的に体験し検討する機会は少ない。

高度職業能力開発促進センターは中堅技術者、テクニシャン層の労働者に対し、ハイテク関係、特にマイクロエレクトロニクス化と関連の深い情報処理、計測・制御、電子通信等に関する専門的な知識、技術を新たに習得させる専門的な施設として開設した⁴⁾。ハイテク技術関連を担当するため、我が国の各分野で先導的役割を果たしている各界の著名人に講演を依頼することが多い。筆者は、高度職業能力開発促進センターにおいて、部外講師依頼による高度職業訓練専門短期課程（以下セミナーと略記する。）の企画・運営に携わる機会を得た。そこで、電気・電子系の指導法を検討することを試みた。

ここでは、6コースの事例の中から指導法の特徴を探り、どのような効果をもたらすかを検討した。さらに、実施後の受講者アンケートから各講師の指導法と受講者による評価との関連を考察した。

以上の結果から、受講者の「やってみたい、できるようになりたい」という気持ちを引き出す指導法モデルの提案を試みた。

II 調査方法

制御・情報系は、マイクロエレクトロニクス技術を導入した制御回路の設計・組み立て、エレクトロニクス機器の検査・整備、光通信応用、情報処理等の高度な教科内容で構成されている⁵⁾。制御・情報系は一般的な分類でいう電気・電子系を含むので、この系の体系⁶⁾に従い、実施中のセミナーを選定した。電気・電子系は資格試験とその他の分類を除くと、

- ① 電気工学 (E1)
- ② 電子工学 (E2)
- ③ 制御工学 (E3)
- ④ 光・音響・画像処理 (E4)

表1 選定セミナーの概要

事例 略号	内 容 (セミナー分類記号)	実施時期	訓練 時間 (H)	受講 者数 (人)
A	画像処理技術 (E4)	1998年4月, 7月	18	19
B	半導体設計 (E2)	1997年7月	12	14
C	アナログ回路設計 (E2)	1998年6月	12	12
D	ノイズ対策技術 (E5)	1997年12月	12	11
E	電子回路シミュレータ (E5)	1998年5月, 10月	18	15
F	現代制御理論 (E3)	1997年6月, 10月	12	9

⑤ 計算機支援技術 (E5)

の5分類からなる。選んだ6コースの概要を表1に示す。表の中で内容に記した記号は中分類の分類記号である。以降、事例はA~Fと略記する。

各セミナーの特徴となる指導法を、講義中の講師の行動、発言、提示物などを中心に記録した。このとき、次の効果的な講義をするための注意点⁽³⁾を参考に、事例を記録した。

- ① 内容を具体的に提示する。
- ② 受講者の注意と関心をひきつける。
- ③ 自分の体験、経験に基づくものの中から例話をさす。
- ④ 単調な話し方にならない。
- ⑤ 視聴覚的に訴える。
- ⑥ 質問技法や討議法を活用する。

また、セミナーを進めるにあたっての講師自身の考え方は、講師との打ち合わせ時に取材した。

指導法がもたらす効果は各種の測定により行おうが、今回選定したセミナーにおいては試験による指導効果測定をしていない。そこで、従来各セミナーで用いられているアンケートを利用し、受講者申告により評価した。これは、受講者への新たな負担を生じることがないという利点がある。本研究のためにアンケート項目を工夫することが必要とされるが、今回は業務です

表2 アンケートの設問

設 問	選 択 肢
1 コースの内容は理解できましたか。	理解できた。 だいたい理解できた。 あまり理解できなかった。 理解できなかった。
2 このコースで行った実習や演習は効果的でしたか。	効果的だった。 あまり効果的でなかった。 効果的でなかった。 どちらともいえない。
3 講師の指導方法はいかがでしたか。	大変良い。 良い。 普通。 悪い。 大変悪い。

で用いられている項目を用いることにした。なお、この項目はセンター研究発表会⁽⁶⁾などで検討した結果によるものである。この中から、今回のテーマとなる指導法に関連した設問3項目について検討を加えた。検討に用いた設問の内容を表2に示す。各アンケートの結果は、回答ごとに全体回答数に対する割合を示した。また、他のセミナーの結果による、制御・情報系全体の回答についても比較のためにその割合を示した。

III 指導事例

1 画像処理技術

画像処理の基本から、最近の応用例までを解説するセミナーである。応用としては、ニューラルネットワークや遺伝的アルゴリズムを用いた画像処理・認識について紹介している。このセミナーでは指導案に特徴がある。指導案の一例を図1に示す。

2 時限 (11:15~12:15 (60分))	
★画像処理実習	4.5分 (11:15~12:00)
・起動方法・使用方法	・画像入力 (白黒階調画像化)
・低階調表示 (教p.9図2.4)	・ヒストグラム (教p.13図2.9)
・プロファイル (教p.16図2.11)	・2値化 (教p.13図2.9)
・イコライズ (教p.18)	・濃度変換 (教p.20図2.17)
・幾何学補正 (教p.20図2.18)	・2値化 (ディザ法など) (教p.23~)
●「3. 画像のフィルタリング」解説	1.5分 (12:00~12:15)
3 時限 (13:15~15:00 (105分))	
○章末問題「2.」テスト&回答	1.5分 (13:15~13:30)
○章末問題「3.」テスト&回答	1.0分 (13:30~13:40)
●Cプログラミング解説 (フィルタリング)	1.5分 (13:40~13:55)
★画像処理実習	2.5分 (13:55~14:20)
・画像のフィルタリング (教p.30~)	
・フィルタリング+2値化など (指紋画像を直すには?)	
●「4. 画像の直交変換」解説	1.5分 (14:20~14:35)
★画像処理実習	2.5分 (14:35~15:00)
・FFTによるノイズ除去 (スパイクカット, Lo-pass, Hi-pass)	

図1 指導案

指導案には、講義内容、テキストとの関連、提示資料、実習での注目点などが記載されている。実習内容とテキストとの関わりを示すため、「教」のあとに関連するページが記載されている。また、各項目は、表3のように指導形態によりマークが付してある。

表3 指導形態の時間配分

形態	講義	実習	演習	実演
マーク	●	★	○	☆
時間配分 (%)	55	30	10	5

指導形態による時間配分を調べると、講義の時間は全時間の55%である。各項目の講義は15分から30分でおわり、その他の時間に挟まれる構成である。

進行はテキストの章ごとに、理論の解説、教材提示、

各自実習と進む。画像処理の効果は解像度の点でOHPなどの提示装置で表現するのが難しいため、各自の実習での理解が大切である。実習は、汎用画像解析ソフトウェアやニューロ構築ツールを用い、受講者ごとの進行となる。実習の概要を講師が実演した後、各自の実習に入る。パラメータの変更方法を示しておくことで、操作の速い受講者は、別の効果を確認できる。操作の遅い受講者も、基本的な処理は実習できる時間が確保してある。

2 半導体設計

材料設計について熱電変換素子を例に解説している。素子の各種試験法・計測法についての紹介がある。さらに、応用例の紹介も多く、実用化のための考え方についての指針を与えている。

エネルギー問題に端を発するこのセミナーは、次第に半導体材料設計へと解説が進行する。素子の性能をわずかでも伸ばそうとする研究室レベルの研究から製品開発の実際についての紹介まである。

事例研究として、熱電冷却式赤外線センサや熱電冷却式低雑音増幅器、熱電式恒温循環装置などを紹介する。紹介する応用分野は多岐にわたり、製品化にあたっての考え方も同時に解説している。その中では、必要なもの、役に立つものを創ろうとする技術者の姿勢が必要であることを示している。

例えば、熱に関する素子ならば材料設計の知識だけではなく、熱の振る舞いを把握した技術者との出会いが重要であったとする事例を紹介する。また、技術者だけが製品化を考えても売れるものになるとは限らなかったとする事例から、広くアイデアを集める姿勢が売れるものづくりの基本であることを示す。

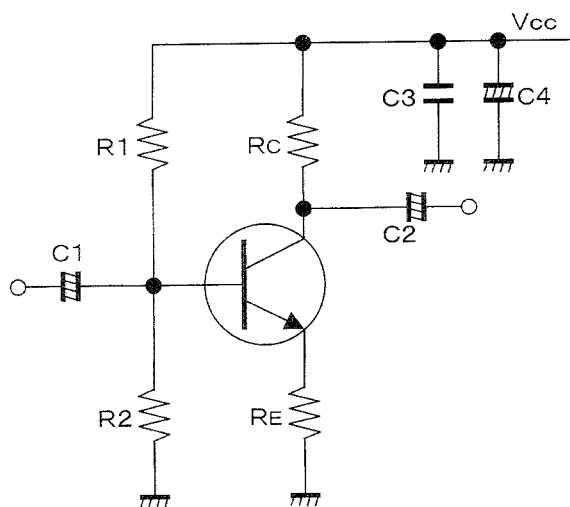


図2 実演回路

3 アナログ回路設計

増幅回路設計の考え方を解説している。ディスクリート部品でのオペアンプ回路製作に取り組むことから、回路の動作イメージや内部回路解析についての指針を与えている。

回路設計に重要な、素子の動作イメージを理解させることを目的とするため、数式はあまり使わない。実習では、受講者を集めて、講師自ら実演を行う。実演に用いた回路例を図2に示す。

講師席にも電子部品とはんだこて、オシロスコープを準備した。製作した増幅器は理論どおり動作していることが波形観測で確認できる。回路の動作を測定中、はんだこてを手にしてトランジスタをはずす。別のトランジスタをはんだ付けしてみる。波形は大きく変化しないことを確認する。小信号用、パワー用など外観の異なるトランジスタを次々と取り替える。トランジスタが変わってもほぼ同じ動作をしている。

実演により、トランジスタ素子でなく、周辺の回路設計により希望の仕様を得ることを示す。細かな数値にはとらわれず、まずイメージをつかむことが目的と講師はいう。テンポのよい実演と解説が印象的である。その後の実習では、受講者も追試を行い特性を確認する。

4 ノイズ対策技術

電子回路ノイズに対処するための技法を解説する。コストダウンの要求についても考慮する方法を述べている。PCBパターンの設計上におけるノイズ対策についても言及している。

講義中、講師が次のような質問をした。「山手線1周、歩いてくれますか。」電子回路のテーマの話をしているときなので、受講者は驚いたようである。1周歩くのは大変だという返答がある。短い歩幅で、長い距離を歩くのは苦勞が多いという例から、短い波長（高い周波数）の信号に遠回りをさせてはいけないと話が進む。

次に、増幅回路をなるべく短い線で板書した。また、教室の隅にある保管庫に直流電源を書いた。周波数の低い直流は交流信号に比較して離してもよいことを伝えるためである。回路を製作するときは、交流信号の通り道を優先した配線が必要と話をまとめる。

5 電子回路シミュレータ

アナログ回路の設計開発工程短縮を意識したシミュレータの活用技法を解説する。シミュレータを導入す

る効果と各種技法の適用事例を紹介する。

受講者はある程度回路の知識があるということから、セミナーの前半ではシミュレータの操作に重点が置かれる。2日間にわたって、各種シミュレータ操作実習が展開した。講師の実演を受講者が追従する進行である。講師はこの中で、受講者のレディネスについての情報を収集している。

最終日は6時間も演習の時間をとる。問題数は15問ある。それぞれ、回路図を入力をし、解析手法を考えて、結果を導く問題である。解答は見せず、独自に解くように指示がある。問題は、比較的抽象的な表現である。問題の一例を図3に示す。

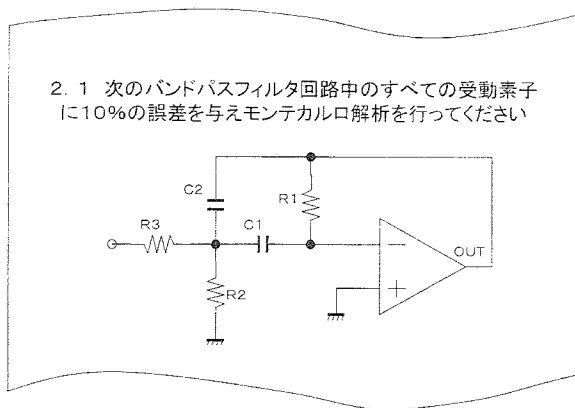


図3 シミュレーション実習問題

実習中、受講者はこれまでの実務で培った知識を基に、さまざまな手法でのシミュレーションを試みている。講師は、つねに机間指導をしており、受講者の質問に答えている。

6 現代制御理論

線形システム制御系設計の基本について解説する。極配置法、折り返し法などの技法はシミュレータを用いて検証する。

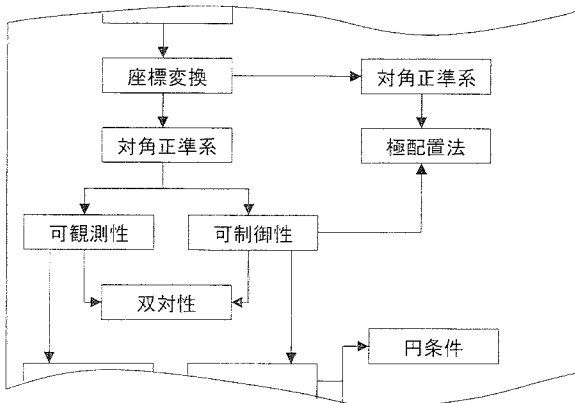


図4 現代制御理論のチャート

現代制御理論は、数式の導出にとられると、全体の流れがわからなくなる。そこで、このセミナーでは、全体の流れをつねにチャートで示す。チャートにはセミナーで習得する項目がすべて示されている。また、それぞれの相互関連を示すように項目が線で結んである。チャートの例を図4に示す。

講師は単元の解説開始時と終了時このチャートを示す。チャートをみれば、現在学んでいる部分がどこなのか、他の項目との関連がどのようになっているのかがよくわかる。チャートは体系全体を詳細に要素分解して、それを組み立てることにより制作されている。

IV 受講者の反応

セミナー終了時にアンケートの回答を得た。なお、事例セミナーとの比較のために制御・情報系全体の回答割合を「制御」として示した。調査時期の制御系受講者総数は1,638名である。

結果表示の中では表2に示した設問について、設問1は「理解度」、設問2は「実習効果」、設問3は「指導方法」と略記した。アンケート回答の構成比は、理解度を図5に、実習効果を図6に、また指導方法を図7にそれぞれ棒グラフとして示す。

以下、各アンケート結果の詳細を検討することにより、指導法の効果を検証する。

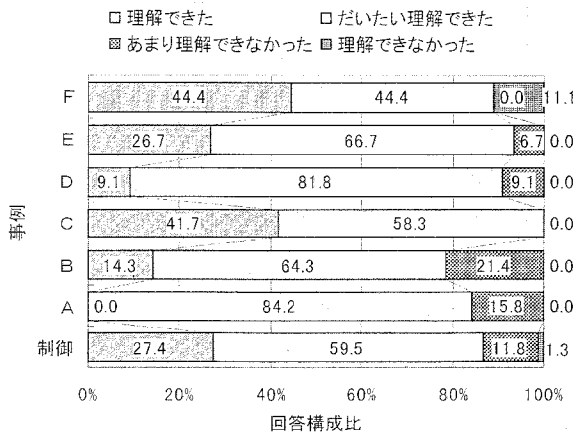


図5 理解度

1 理解度

事例C、E、Fの理解度が高い。事例Cでは実演や基本的な事例紹介に特徴がある。回答構成の詳細をみても、理解できなかった方向の回答はない。これは、受講者の理解度を高めることを目的とした指導法である。

事例Eでは受講者に任せる実習の進め方に特徴があり、受講者が納得するまで実習できる。したがって、受講者の理解度が増している。

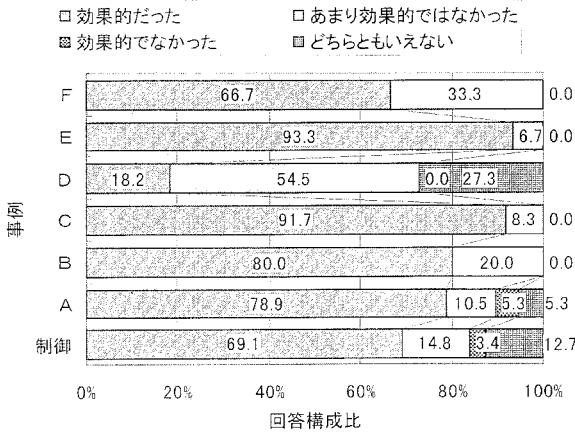


図6 実習効果

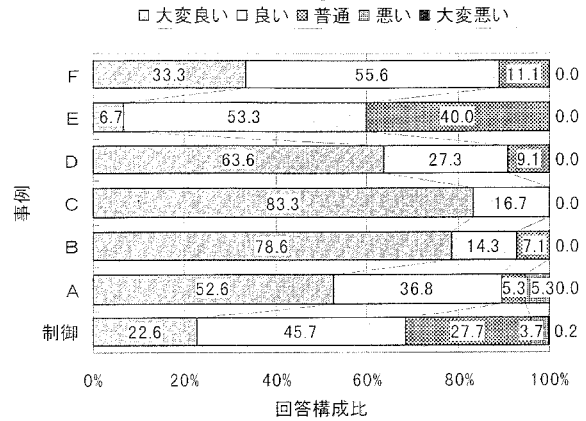


図7 指導方法

事例Fでは学ぶべき内容をチャートで示し領域全体の見通しを視覚に訴え、明確にしている。しかし、事例Fは理解できなかったとする回答が10%ある。あまり理解できなかったとする回答がないことから、理解できた受講者とそうでない受講者が極端に離れた結果となった。受講者の前提知識と受講内容が大きく異なっていたためと考えている。

共通する点は、知覚の中でも視覚に強く訴え、体験を重視した点である。体験による習得では、習得の速さが速く、正確で、長く記憶にとどまる⁽⁷⁾といわれることから、その重要性を裏付ける結果である。

2 実習効果

事例Eを最高にして、ほとんどの事例で評価が高い。どのセミナーでも実習の構成や実施が工夫されている。

特に、事例Eでは、設問が簡潔な内容となっており、アプローチの仕方が多く、受講者自身の問題解決能力によるところが大きい。よって、受講者自身が技能や技術を適用し、体得することが実習の目的として大切といえる。事例Eの受講者から、「実習時間がもっとほしかった。」とする意見があったことも実習時間の重要性を裏付けている。

事例Cでは、実際に回路を設計し、電子回路基板を製作し、回路の特性を実験により検証するという実習が多くある。これは、トピックとなる厳選した基本技術を、実習により体得する方法でもよい評価を得ることを示す事例である。製作実習を構成するためには、セミナーの準備に多くの時間が必要であることや、カリキュラムの中での実習時間の比率が多くなりすぎる問題がある。そこで、限られた時間の中で実施できるよう内容を限定することが必要である。

また、机間指導中の講師との個別コミュニケーション

ンや、講師の製作手順を目の当たりにできる実演は、前節の理解度とも関連し、技術習得を確実にする効果をもたらす。これらは、小人数のコースの特徴を生かした指導法である。

事例Dでは、効果的でなかったとする回答が半数を超える。このセミナーは講義と実習で担当者が異なり、実習はコンピュータを用いたアプリケーションソフトの利用方法紹介である。したがって、同ソフトウェアが利用できる環境が職場にない受講者には、実習効果は少ないと判断されたものと考えられる。

3 指導方法

事例Eをのぞいたすべての事例で評価が高い。特に、事例C、B、Dの評価が高い。事例Eの評価が低い理由は、講義でのアプリケーション利用方法説明が多いためと考えている。

事例Cでは、普通や悪いなどの回答はなく、受講者全員がよい評価をしている。講義の中に講師の実体験に基づく実例の紹介および実演が多いことによる。

事例Bでは、商品化の事例報告や考え方が盛り込まれている。事例Dでは、板書はボードの中だけという常識を破ることや、身近な生活に例話を求めることで印象づけの効果をねらっている。また、講師の経験に基づく事例紹介もわかりやすい言葉で紹介する。

共通することは、語法や実演、実例の提示などに工夫を凝らしている点である。受講者を飽きさせないだけでなく、積極的な参加を誘導できる。

V 考察

受講者アンケートの評価から、指導法のモデルを提案する。評価の高い指導法を参考にして、効果的な指

導法の流れを示す。

準備段階では、内容を要素分解し、どのような時間配分で講義するかをあらかじめ検討する。そこで、適切な指導案をつくり、指導内容を周知し、もらさず解説することで、受講者の信頼を得る。

導入段階では受講者とのコミュニケーションをとりながらの話方が大切である。その背景となる社会問題を整理して伝えることは、学ぶ意義を明確にするために重要である。また、実用、製品化を意識させる必要性もあるので、製品開発事例を紹介し、目標を示す。

提示段階では、受講者の心をつかむ話法とパフォーマンスを検討する。質問により受講者の注意を喚起して話題に引き込む手法と、ポイントとなる事柄を印象深く伝え、記憶を確実なものにするための手法を駆使する。これから、内容をわかりやすく伝え、理解を助ける効果をねらう。

実習段階では、予備実習的な時間を設けて、受講者のレディネスを知り、その後の実習での個別指導に役立てる。受講者の技術レベルを考慮した演習課題の設定や、時間を区切らず、受講者の進度に任せる進め方は、受講者の自発的な集中力を高める効果が期待できる。講師の手による製作の実際と測定法を提示することは効果が大きい。これは、受講者の興味を引くので、理解を助け、記憶を長くとどめる効果が期待できる。そこで、実習や実演の内容を厳選し、受講者自身の自己啓発を促すよう配慮する。

提示段階、まとめなどでの習得項目チャート表示は、全体の流れと現在の進度を理解する上で有効である。技術分野によっては、体系を連続的に記述できない場合も多々あるが、平面上に記述するとわかりやすい。また、製品の事例研究などによる製品化へのアプローチの仕方は受講者の興味を引く。

以上のことから、事例を参考にした効果的指導法のキーワードを表4に示す。各段階において、指導法を工夫することで、受講者の意識を「やってみたい、できるようにになりたい」という方向に導くことができる。対象となる技術分野について、キーワードに基づく指導方法を検討し実践することにより、各界識者の指導法に近づけると考えている。

今回示した事例では、プレゼンテーション用の高度な視聴覚機器を利用した提示方法を多用していない。むしろ、直接的な問いかけと対応、また実演などを工夫していることから、これら指導法の重要性がわかる。実際に指導法を適用する場合には、本質的なねらいを理解し、指導法の組み合わせかた、アレンジの仕方に

表4 効果的な指導法に関するキーワード

段階	指導法キーワード
準備	指導案設定、実習内容の厳選
導入	時代背景と意義の説明、レディネス情報の収集
展開	質問、印象づけ、技術分野間の関連提示
実習	実演、実物の提示、受講者のレディネスを把握した課題設定と時間配分、自発的実習参加への誘導
まとめ	技術分野間の関連提示、波及効果、製品化事例研究

検討を加える必要がある⁽⁸⁾。カリキュラムの検討とともに指導法の構成をあらかじめ吟味することも必要であろう。

セミナーは、専門長期課程と異なり、短期間なのでレディネスの把握に工夫が必要である。また、理解度の評価は、試験でなくアンケートなどによる自己申告によることが多い。よって、短時間での受講者理解の方法および評価法に注意を払いたい。本研究で示した指導法キーワードは、アンケート設問の改善にも利用できると考えている。

また、セミナーでは小人数ならではの指導効果を期待した実演などの技法を適用できる。今回の事例には見られなかったが、ロールプレイング等の技法などについての効果の検証も必要であろう。この技法はこれまで検討してきた知識技術の習得だけでなく、表現力・課題設定力・解決力に関する能力開発に有効である⁽⁹⁾。

技術の高度化にともない、多くの内容を短時間で習得する必要性が生じ、セミナー内容として機器の使用法が多くなりがちである。しかし、受講者は高度な機器の操作法習得だけを目的として受講しているのではないようである。応用力に富む知識・技術の獲得は、受講者のさらなる発展に寄与できるため、これを支援するための指導法を検討することが望まれる。

VI まとめ

セミナーにおける指導の実際から、指導法の特徴を取材し、受講者アンケートとの関係から、効果を検証した。その結果、次のような結論を得た。

- ① 実演や受講者主体による実習進行、視覚への訴えかけにより、理解度が増す。
- ② 受講者自身に体験させ、問題解決に取り組むテーマ設定により実習の評価が高まる。
- ③ 講師の実体験に基づく事例紹介、話法の工夫が指導法の評価を高める。

指導法の工夫で、受講者の評価が向上する例を示した。ここで示した指導法に、各種の教材・教具・視聴覚機器との連携を加えればさらなる効果が期待できる。

今回の検討では、アンケート項目については従来のものを利用したが、今後は指導法に関する受講者の反応をより効果的に比較できるアンケート項目の検討も必要と考えている。今後も調査研究を行い、受講者のための指導法とはどうあるべきかを検討したい。

謝 辞

調査にあたり、懇切なるご助言をいただいた講師各位、ご協力いただいた高度職業能力開発促進センター職員各位に深謝する。さらに、本報文は校閲者の有益なご教示ご指摘により改善された。記して謝意を表す。

[参考文献]

- (1) 藤森、森口、高橋：港湾労働に関する企業ニーズ調査に基づく港湾職業訓練短期大学のカリキュラムの検討、職業能力開発報文誌、第4巻第2号、1992年、P31-38.
- (2) 労働省職業能力開発局：職業訓練における指導の理論と実際、職業訓練教材研究会、1997年、P87-108.
- (3) 多田徹佑：教育訓練技法の戦略的活用、日本能率協会、1987年、P1-35.
- (4) 松原東樹：転換期の職業能力開発、労務行政研究所、1995年、P168-174.
- (5) 雇用促進事業団：能力開発セミナーカリキュラムモデル集E電気電子系、雇用促進事業団、1998年.
- (6) 野村征司：受講生用アンケートの改善に関する一提案、高度職業能力開発促進センター研究発表会予稿集、1993年、P12-15.
- (7) 江村潤朗：教育エンジニアテキスト、中央情報教育研究所、1996年、P365-371.
- (8) 教育技法研究会：教育訓練技法、経営書院、1989年、P19-24.
- (9) 日本能率協会経営革新研究所：技術者教育の研究、日本能率協会、1990年、P161-210.