

電装故障診断実習教育の改善とその効果*

*今井幸一¹⁾ 川崎信隆²⁾ 松本泰郎³⁾

Reformation of Education Program on Automotive Diagnosis

Kouichi Imai, Nobutaka Kawasaki, Yasuo Matsumoto

In order to improve skill of students on diagnosis, we reformed the education contents. Our targets for students are to focus on possible problem area of circuits from phenomena of each device, to identify trouble part or area based on measurement results of voltage, to choose best method for repair and to explain the trouble appropriately to customers. We prioritized to utilize teaching hours and effectiveness of our teaching during the reformation. We report the process of the reformation and results of questionnaire of students.

Key Words: automotive diagnosis, teaching effect, teaching effectiveness

1. まえがき

本学では「実学一体」教育の理念をもとに、即戦力と応用力を身につける実習教育全体の教育内容を改善するべく、平成17年4月から整備振興会教育要領、企業社内教育基準、各自動車デーラーの工場長（卒業生入社10年目以上）の要望をもとに、また、学生からの意見も含みこれまでの実習内容を項目別に細分化し、各項目に重みづけをし、実習内容の見直し改善に着手した。一方で従来通年で行っていた実習を全て半期完結型実習とした。これら実習教育を見直す過程の中で必須の教育項目を明らかにし、抜けと重複部分を確認し、関

施したので、内容を教育（学習）効果と併せて紹介する。

また、写真-1は故障診断作業の絞り込み作業である。

2. 最終到達レベルとそれまでの習熟レベルの設定

改善にあたり、シャシ電装分野では、卒業時の最終到達レベルを下記のように定めた。

- ・各装置の不具合現象から該当する回路を絞り込み、電圧測定と電圧分布結果から不具合部位の特定ができ、さらに修理方法の選択ができること。
 - ・お客様にその整備説明が適切にできること。
- 2年間でこれらのレベルに到達できるように4つの段階での目標レベルと学習内容を表-1に掲げるよう設定した。

表-1 最終到達レベルとそれまでの習熟レベルの設定

段階	目標レベル	学習内容
1段階 (4コマ)	電気装置（シャシ 灯火関係）の興味 を引き出す	1. 実車のシャシ電装品部品の脱着作業 2. 車両灯火装置を用いてリレーの役割及び 良否点検を学習
1年 前期		
2段階 (4コマ)	配線図通りに配 線ができ、電圧測 定（電位法・電圧 降下法）作業を理 解する	車両灯火装置を用い、実習指導書から 1. 電気配線の理解 2. 各スイッチ条件での正常時の電圧を 測定し電圧分布図の作成 3. 断線故障を再現し電圧測定と電圧分 布図の作成 4. 車両灯火装置を用いての作業結果報 告をレポートで提出
1年 後期		

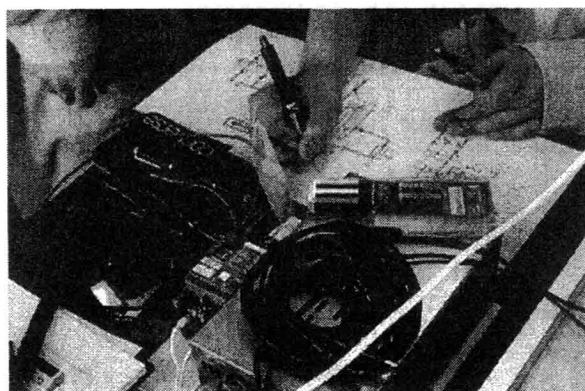


図-1 故障診断絞り込み作業

係する教員間で問題点を共有することができた。改善検討は、エンジン関係、シャシ関係、電装関係、点検整備、車検技術など分野別に行った。その一つとして、われわれは電装グループとしてシャシ電装故障診断の教育改善を実

*平成20年8月5日受理。

1)・2)・3) 新潟工業短期大学自動車工業科

3段階 (6コマ)	実車を対象とし、整備要領書、配線図集の読み方、各装置の正常回路の電圧測定及び電圧分布を把握する	実車の回路図を自主学習させレポートを提出。 (配線記号と配線色、カプラ図と端子番号の関係、リレーの表示と端子の見方、ヒューズブロックなど) 1. 装置図を基に実車でのカプラなどの配線及び場所の確認、 2. 各回路図の正常時の推定電圧分布の理解 3. 簡単な回路での正常時各スイッチ条件における電圧測定と電圧分布図の作成
4段階 (10コマ)	故障部位の特定(25箇所)とし、お客様に対して整備説明の学習	実車の故障診断作業として各装置故障スイッチ(同一故障無し25種類)を設定し、不具合状態の確認から、不具合箇所の絞り込み、不具合部位の特定、修理方法の選択、お客様に整備内容説明

3. 第4段階での実車実習内容及び改善点と効果

表-1の第4段階での実習内容と改善効果を表-2にまとめ、右端列の改善点と効果について個々に説明する。

[1] 教え込むのではなく、自ら調べさせる

従来はパワーポイントなどで回路図全般を説明をしてきたのに対して、調査事項を掲げ、各車専用の配線図集を学生自ら調べ、レポート形式で提出させるようにした。

[2] 回路図と正常及び故障時の電圧分布理解の徹底

車両灯火装置及び実車で灯火回路装置のスイッチ条件による非作動と作動及び電圧分布図を作成させ、正常時と故障時の電圧分布の違いを理解させた。上記[1]も含めこの方法は従来の4倍位の時間を費やした。

表-2 第4段階での実車実習内容及び改善点と効果

コマ数	実習内容 「*の詳細」は巻末の付録に掲載	改善点と効果
2コマ	(1) 実車配線図集(回路図、装置図、配線記号と色)の見方とヒューズ、ヒュージブリッジ、リレーの点検方法 (2) 回路図と電圧分布理解の徹底 実車を使用して簡単な回路(例 ホーンなど)で故障設定時の電圧分布と故障診断要領作業	[1] [2]

8コマ	(3) 故障診断のステップ「*作業準備」 1)故障設定(故障スイッチで) 2)問診作業「*問診要領」 <ul style="list-style-type: none">・故障状態確認と診断シートに記入 3)故障診断作業「*診断作業」 <ul style="list-style-type: none">・回路図などで不具合部位絞り込み作業・実車の電圧点検作業と電圧分布の正常時との違いを考察・不具合部位の特定・修理方法の選択・再発防止の確認 <p>図-2、3、4、5、6参照</p> <p>(4) お客様に整備説明「*整備説明」</p> <p>図-7参照</p> <p>(5) 故障系統回路<ul style="list-style-type: none">・ヘッド・ランプ・ホーン・ラゲージ・ランプ・パワーウィンド・ターン・ハザード・パワーミラー・ルーム・ランプ・ワイパー・ストップ・ランプ・バック・ランプ・他回路</p>	[3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10]
-----	---	---

[3] 各自(チーム)で柔軟に作業を進行

新潟工業短期大学	故障診断シート	故障SW番号 1																																
<p>1. 不具合現象の確認 どこが、どのように(不具合現象)悪いのか。</p> <p>Hiビーム左石とメータ内ランプともにハイシングランプが点灯する。</p> <p>スマートランプも点灯しない。</p> <p>②Loビームが点灯しているため、Lo+Hi共通回路は正常と考える。(ハイドランプLo+Hiの上流側) ただしテマSW下流(アース)は正常</p> <p>③絞り込み箇所よりHiビームドリブル2端子とテマSW9端子間</p>																																		
<p>2. 不具合箇所の推定 上記の不具合現象を元に、回路図で不具合箇所を絞り込み、推定される箇所(部品名を含む)を記入。</p> <p>①Loビームが点灯しているため、Lo+Hi共通回路は正常と考える。(ハイドランプLo+Hiの上流側) ただしテマSW下流(アース)は正常</p> <p>③絞り込み箇所よりHiビームドリブル2端子とテマSW9端子間</p>																																		
<p>3. 点検・結果・判定 不具合箇所を決定付けるため、点検を実施し、その点検項目、結果、判定などを記入。 なお、点検項目の記入欄には、点検の際の条件、点検箇所、方法を明確に記入のこと。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>点検項目</th> <th>正常推定値</th> <th>点検実測値</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hiビーム2端子</td> <td>0.4V</td> <td>12V</td> <td>NG</td> </tr> <tr> <td>[AD1]3端子</td> <td>0.4V</td> <td>0V</td> <td>NG</td> </tr> <tr> <td>テマSW9端子</td> <td>0.4V</td> <td>0V</td> <td>NG</td> </tr> <tr> <td colspan="4">0.4Vの理由はテマSW接続抵抗による電圧降下が生じていたため</td> </tr> <tr> <td>[AD1]カプラ外し3端子(バルブ側)</td> <td>12V</td> <td>0V</td> <td>NG</td> </tr> <tr> <td>テマSWカプラ9端子と[AD1]3端子間の測定</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>[AD1]カプラ外しHiビーム2端子</td> <td>12V</td> <td>12V</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table> <p>4. 不具合箇所の決定 以上の結果より、不具合箇所(部品)及び、その原因を決定する。 →Hiビーム電圧が0Vであるためバルブが点灯していない。 ②Lo+Hi共通回路が断線している。 ※Lo+Hi共通回路が断線している場合、Lo側は点灯しない。 ※Hiビーム左石共に点灯しない場合は、[AD1]3端子間配線共通回路が断線している。</p>			点検項目	正常推定値	点検実測値	判定	Hiビーム2端子	0.4V	12V	NG	[AD1]3端子	0.4V	0V	NG	テマSW9端子	0.4V	0V	NG	0.4Vの理由はテマSW接続抵抗による電圧降下が生じていたため				[AD1]カプラ外し3端子(バルブ側)	12V	0V	NG	テマSWカプラ9端子と[AD1]3端子間の測定	有	有	OK	[AD1]カプラ外しHiビーム2端子	12V	12V	OK
点検項目	正常推定値	点検実測値	判定																															
Hiビーム2端子	0.4V	12V	NG																															
[AD1]3端子	0.4V	0V	NG																															
テマSW9端子	0.4V	0V	NG																															
0.4Vの理由はテマSW接続抵抗による電圧降下が生じていたため																																		
[AD1]カプラ外し3端子(バルブ側)	12V	0V	NG																															
テマSWカプラ9端子と[AD1]3端子間の測定	有	有	OK																															
[AD1]カプラ外しHiビーム2端子	12V	12V	OK																															

図-2 故障診断シート(整備カルテ)

故障診断のステップでは、故障の種類によっては難易度が異なるため、各自（チーム）柔軟に作業を進行できるようにした。不具合状態の確認、不具合部位の絞り込み、電圧点検から不具合部位の特定（図-2）、（図-3）まで及び不具合部位と回路図電圧分布整合性までを完了したグループは別の診断に入れるようにした。これにより各学生自身が自らのペースで作業でき、待ち時間の節約を図った。

故障 SW 1

故障回路点検用紙

車名	形式・車体番号	故障状態	月 日 ()
パッソ	DBA-KGC-10 #NSK H1ビーム 左・右とも内側ランプ点灯		
	KGC10-010064 ハザードが無反応		

故障系統の回路図記入欄（等価回路）

チェック項目

- *回路図より絞り込み
- *実車での電圧等測定
- *故障部位の特定
- *回路図との整合性

L0ビームが点灯しているため
2本線が引かれていることは正常（点印部）
左右ハザードの電圧が0.0V、AD1.3脚が0.0V
左右ハザードのAD1.3脚間の断線があることを特定する
A点の位置が標記が無いため範囲拡大し左側に点灯しないから特定できない
④SW3 x AD1.3脚 対地有り

図-3 故障回路点検用紙 (T車)

[4] 故障スイッチ25種類（同一故障無し）の設定

故障設定の方法として各装置の配線を切断し、切断部にギボシ（端子接続用金具）を取り付けて行っていたが、脱着するにあたり力加減により取付が外れたりまた、故障設定するに時間がかかりその間作業が中断してしまう。また、この方法だと短絡故障を設定するには無理があるため断線故障のみを行ってきた。改善点としては、あらかじめ、故障させたい回路部分を断線または短絡させ、配線を延長した後にスイッチ（トグル・スイッチ）を取り付け（T・H・N社の6車に25種類故障を設定した）、それを故障側入れることで簡単に故障を設定でき、復元及び再設定の時間を大幅

に克服した。

[5] 最適グループ人員構成（2名1組）

故障設定を増設することで1グループあたりの学生人数を削減した。また、実験的に一つの故障当たり1名で行ったことでもあったが、難易度が高くなると1人で問題を抱え先に進めなく、また、後者に明け渡すことができず時間を要した。学生同士で問題を相談しながら解決してゆける人数は2名がベストになった。

[6] 実車作業を重視及び電位法、電圧降下法の学習を充実車両灯火装置作業を含め、実習教育密度を上げたことによって、実車作業時間を多く取り入れることができた。なかでも回路図の理解はもとより、艦装図の読み方（測定したい部位を実車で特定）の教育効果（図-4）、（図-5）は大きかった。また、実車で電気回路を測定することから、すでに学習済みの電圧分布（電位法、電圧降下法）の理解が一層深まった。

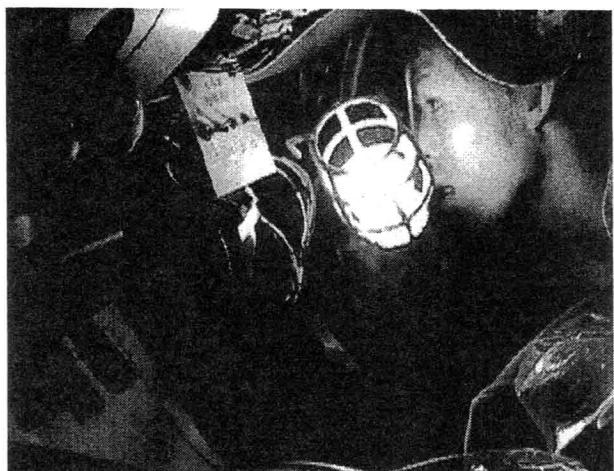


図-4 パワー・ウインドウ回路故障診断作業 (H車)

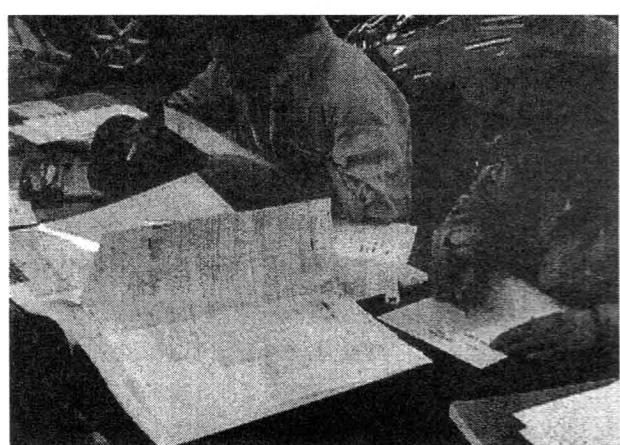


図-5 ターン、ハザード回路故障診断作業 (N車)

[7] デジタル媒体からの情報取り出し習熟（回路図の検索作業実施）

回路図等の収集にあたり従来からの整備要領書及び回路

図から必要な部分を抜き出し別紙に書き写す作業の他、近年それらがデジタル化され整備要領書及び回路図集がCD板に収録されているものが多くなってきていることから、パソコンから回路図をプリント・アウトする作業を必須とした。これにより従来の紙媒体の方法とパソコンからの整備要領書及び回路図の必要部分の検索作業の両方を習熟させた。

[8] 回路図から電圧分布及び故障回路の絞り込みを繰り返して集中して考えるための手法

回路図を透明なクリア・ケース内に入れホワイト・ボード用ペン（赤及び青色）でケースの上から各スイッチ条件による電流の流れを記入させ理解させるようにした。これにより、新たな用紙への書き直しによる集中力の低下を防ぎ、教育学習密度が高まった。

[9] 進行表の作成と有効性（作業状態の把握に有効）

先に掲げた 25 種類の故障は作業時間が異なり、どの班が、

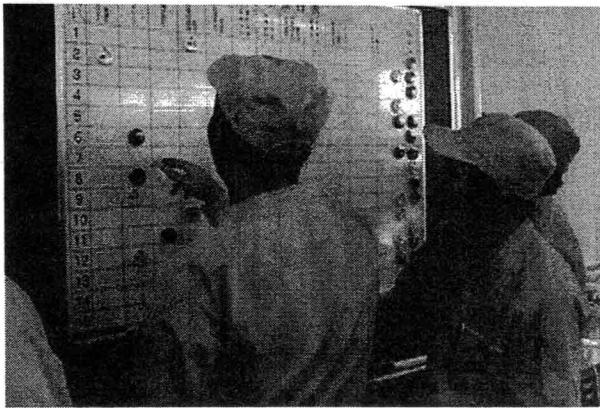


図-6 作業進行表活用

どの作業をどの位進行、いくつ完了したのかなどを教員が把握し、適切な場でチェックを入れアドバイスする目的で図-6 に示す進行表を作成した。進行が遅いグループに的確にアドバイスができるようにした。なお、進行順序を下に示す。

①車種名記入、②車両形式記入、③故障チェック、④故障状態記入、⑤故障回路図記入、⑥回路図より絞込み、⑦実車での電圧点検、⑧故障部位の特定、⑨故障部位と回路図との整合性確認、⑩整備と正常確認、⑪整備報告書提出、⑫故障種類特定（25 種類のなかでの）診断完了項目番号

[10] 故障診断終了後、お客様に整備説明実習

整備説明は2人1組でメカニックとお客様に扮し、それぞれ交替しながら、サービスマンは故障診断の点検、絞込み及び故障部位までの過程をお客様に説明をする実践的な作業を行った。図-7に示す。

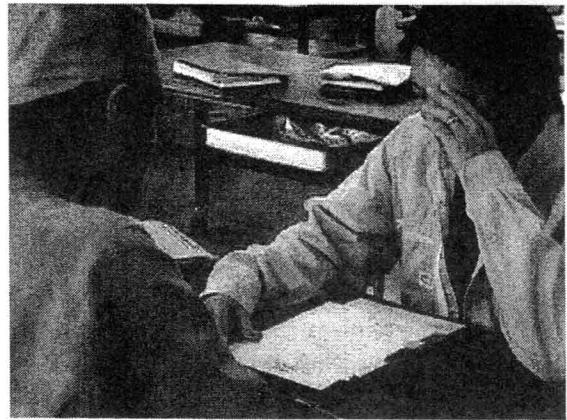


図-7 整備説明の例（左：サービスマン、右：お客様）

4. アンケート調査と結果

実習の成果を把握するために2年間に、計 383 名に対してアンケートを取りそれを集計した。回答は、「理解できた」、「少し理解できた」、「だいたい理解できた」、「わからない」の4択で行った。質問事項と理解度を増した部分を下記に掲げる。

4-1 車両灯火装置実習からの評価

車両灯火装置実習からの評価を図-8 に掲げる。

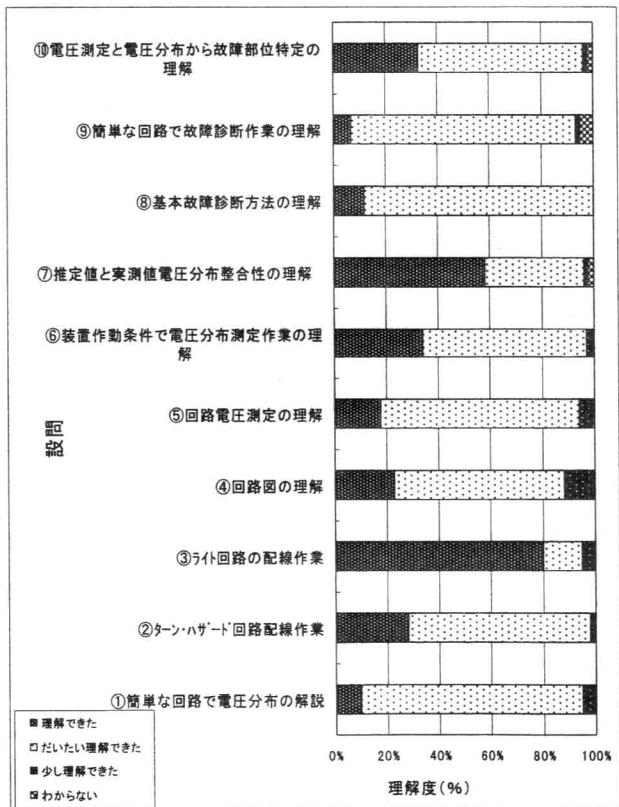


図-8 車両灯火装置実習での評価

①簡単な回路で電圧分布の解説

導入時、簡単な回路でのサーキット・テストを使用して、の電圧分布説明について、黒板上で参考例を上げて Hi 電

圧を赤色、Lo電圧を青色チョークで描き解説したことの効果があらわれた。

②ターン、ハザード回路配線作業

ターン・ハザード回路及び③ライト回路配線作業のライト回路の配線作業配線作業（2年前期）について、オリジナル回路をもとに配線作業を楽しい環境を作りだす努力したことで学生からの興味を引き結果的に良い評価につながった。

④回路図の理解

上記2つの回路の回路図そのものの表現（書き表し方）では、②及び③の作業終了後、車両灯火装置から電圧測定させ、電圧分布図を作成させたことが理解度を増し評価が良かった。

⑤回路電圧測定の理解

ターン・ハザード及びライト回路での各部位の電圧測定作業について、測定作業では電位法（アース電位を基準とする測定方法）と電圧降下法（負荷の両端間での測定方法）の二種類を必要に応じて選択し、電圧を測定させたことから、二つの測定法を繰り返し学習させたことで理解度が向上した。

⑥装置作動条件で電圧分布測定作業の理解

各装置の作動条件（○○SW-ON, OFFなど）設定しての電圧分布測定作業について、装置の各スイッチ条件での電圧分布図を作成させたことで各条件での電圧分布の理解度が向上した。

⑦推定値と実測値電圧分布整合性の理解

回路図で推定した電圧分布と実測結果からの電圧分布について、⑥の電圧分布を推測できる能力が向上でき、ここが断線または短絡したときは、ここがこのような電圧になるだろうなどの推測能力が向上した現れだと思われる。

⑧基本故障診断方法の理解

故障診断の方法の基本的な説明（指導書より）について、電源部（ヒューズ含む）、負荷部、アース部と各スイッチ条件により各部位の電圧分布の点検を行うことの理解が向上した。

⑨簡単な回路で故障診断作業の理解

故障を設定（カプラ部及び配線の一部を接続不良に）しての故障診断作業は、電源側からまたは負荷側から点検して、測定結果から状態を把握し、推測できるまでに能力が向上した現れだと思う。

⑩ 電圧測定と電圧分布から故障部位特定の理解

電圧測定と電圧分布から故障部位特定までの理解は⑦、⑧、⑨の作業により電圧分布結果をもとに故障部位を容易に特定できるまでになったことから、評価が良かったと思う。

4-2 実車作業からの評価

図-9に実車実習からの評価を下記に示す

①整備要領書、配線図集読み方の理解

整備要領書、配線図集の読み方（回路図、艦装図）では、実車メーカ専用配線図集最初のページ（配線図解説編）をもとに回路

図の基本的な解説部分をレポート形式でまとめさせた。この作業は、大変時間を費やすことは承知のうえ行ったが、学習効果が向上することを確信していたので進めた。それゆえ学習効果が出たため評価が良かった。

②各社（H・T・N）配線図集から配線記号、配線色、カプラ端子表示及びリレー表示の理解

3メーカー（T・H・N車）の配線図集から配線記号及び配線色、カプラ及び端子、リレーの記載方法では、上記の学習①と同様な理由で行ったため、評価が良かった。

③各装置正常回路電圧測定及び電圧分布の理解

各装置の正常回路の電圧測定及び電圧分布の理解では、実際の車両専用回路図をもとに各装置の正常時の電圧分布及び特定部位が故障したときにはこのような電圧分布になるなど、実測しながら回路図で電圧分布の整合性を確認する作業をしたことで理解力を増し、評価が良かったと思われる。

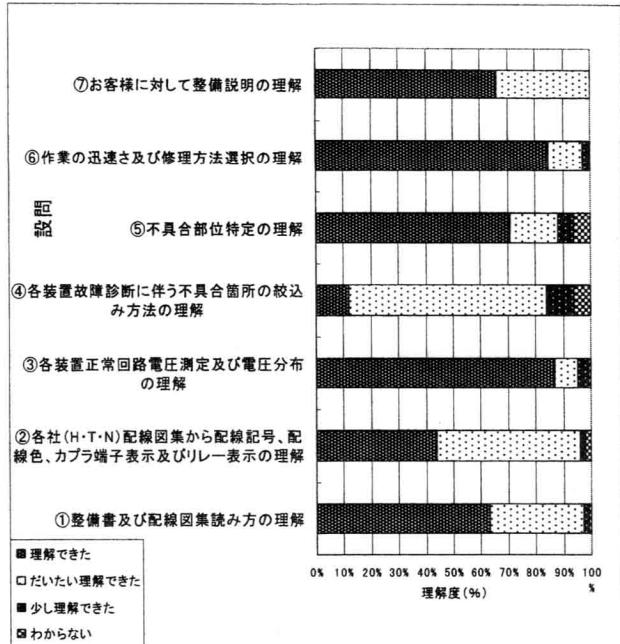


図-9 実車実習からの評価

④各装置の故障診断に伴う不具合箇所の絞り込み方法の理解

各装置の故障診断に伴う不具合箇所の絞り込み方法では、上記作業（4-1⑤⑥⑦及び4-2の③）の電圧分布の推測と実測作業などで各スイッチ条件での電圧分布から電流の流れる方向などが読みとれるようになったことで、絞り込みの理解力が向上したことで良い結果となった。

⑤不具合特定の理解

不具合特定の理解では、上記4-2の③の電圧分布推測能力が向上したことによって絞り込み及び不具合部位の特定が容易になったことが結果につながった。

⑥作業の迅速さ、修理方法の選択の理解

作業の迅速さ、修理方法の選択では、従来の作業回数から見ると大変多く、しかも全て不具合部位が異なる教材を

こなしたこと、診断技術を含む動作要領が向上した現れと考えられる。また、修理方法の選択では、あらかじめ用意した修理方法を選択させたことで明瞭に答えることができた。

⑦お客様に対して整備説明の理解

お客様に対して整備説明の学習では、過去の実習を見ても初めてのことではあったが、学生は少しのためらいはあったにしても、楽しくサービス・メカニック及びお客様に扮して整備説明及び質問など行っていた。説明の要領や対応などは学生の性格などからだいぶ差が見受けられたが、概ねうまくいったと思われる。よって、そのようなことから評価が良かったと思われる。

5. まとめ

1. 電圧分布図を作成することで電気回路に関する学習効果を得た。

作業時間の制約も考慮しながらも、電圧分布図作成作業を取り入れたことでたいへん理解度を向上した。

2. 大半の学生が回路図を読めるようになった。

今まで回路図集の読み方解説編を口頭で説明した後、各装置の回路を解読する作業を取っていた。しかし、この方法だと理解していない部分も多々あったことからこの解説編の解読を自己学習（レポート提出）させることで学習効果を高めた。かぎられた実習時間内の作業のため、全体の時間配分には苦慮したが結果的には回路図の見方の理解に効果が出た。

3. ロールプレイで、お客様の立場と、メカニックの立場を理解できるようになった。

作業の最終編で1グループ2名をお客様とサービス・メカニック役に分かれ、お客様に作業説明（お車の不具合現象確認、絞り込みの考え方、電圧点検結果から電圧分布図を提示し、不具合を特定するまでの経過説明）を導入したことでお互いの立場と気持ちを理解するのに効果があった。

4. 配線図集を自ら読みこなし、未知の故障に立ち向かう自信を植え付けさせた。

各車それぞれ各装置の故障診断を教官の指示により行っていた方法から1グループ2名で不具合現象確認から絞り込み、電圧測定、不具合部位特定、中間報告さらには修理方法選択までの一連作業を行うように切り換えたことで各作業者（学生）の互いの故障診断技術ならびに競争意識を向上させることができ、故障診断に立ち向かう自信を植え付けさせた。

5. 進行表を活用することで各グループの作業状態を把握した。

各グループの作業進行状況を把握することを目的に備えた進行表を活用することで作業状態を確認できたことと指導がこまめに（細目）にわたって行うことができた。

以上、今後は、1年次の教育内容を更に充実させることにより、2年次の教育内容を更に高度化する時間を産み出し、教育改革を進めたい。

謝辞

本研究の遂行にあたり「社団法人 東京自動車技術普及協会」の助成金を頂きましたことに感謝の意を表します。

愛知工科大学短期大学部自動車工業学科の中島守教授のご好意により愛知短期大学部の診断実習を見学させていただきましたことに感謝の意を表します。また本学の手塚繁樹教授の助言などにお礼を申し上げます。

参考文献

- (1)一級自動車整備士シャシ編, (社)日本自動車整備振興会連合会, 2003,
- (2)一級自動車整備士総合診断編, (社)日本自動車整備振興会連合会, 2003,
- (3)サービスマニアル FIT HONDA 2004 DBA 配線図集, ホンダ技研工業(株),
- (4)サービスマニアル MARCH NISSAN 2005 K12 配線図集, 日産自動車(株),
- (5)サービスマニアル PASSO TOYOTA 2004 KGC 配線図集, トヨタ自動車(株),

巻末「*詳細」

表-2 第4段階、実車での実習内容及び改善点と効果

「*作業準備」

作業にあたり下記の事項の重要性とサービスマンのマナーを学習させるのに掲げた。

1. ハンドルカバー,フロアマット,車の傷など
2. 車室は帽子の無着用
3. お客様イスの位置印しなど
4. 故障診断作業開始にあたり、任意の故障スイッチを正常位置から故障位置（不具合発生状態）に設定してから作業に入る。

「*問診要領」

（例：どこが、どのように わるいのか、）

- ・いつからですか
- ・どのような故障状態か
- ・どうするとその状態（現象）になるか
- ・場所は
- ・時間は
- ・気候と温度は
- ・見慣れない警告灯などの点灯の有無は
- ・故障の再現性はできるか
- ・その他気がついたことは

などなど

「*診断作業」

1. 故障箇所と故障状態の確認
2. 不具合系統回路のなかでの正常に働く部分の確認
3. 回路図に異常領域と正常領域の線引きと絞込み作業
4. 畿装図、回路図より電圧測定と正常推定電圧との比較
確認作業
5. 中間報告をさせ、不具合絞込みの進行の程度を確認
6. さらに断線であれば、また短絡であれば、導通点検他の作業要領を聞く（短絡）、であればリレー及びヒューズの取り外しで短絡状態を考える
7. 最終的に故障部位を特定
8. 修理の方法を考える（半田付け、部品交換、カプラの再脱着など）
9. 回路図と整備カルテの整理作業（紙面にて）など
10. 実車での故障設定後の故障診断作業結果報告をレポートで提出

「*整備説明」

1. お客様への作業説明では、不具合確認と点検作業と不具合部位特定するまでの手順とその理由を説明する
2. その修理方法と修理完了確認などの説明
3. 相手にわかりやすい表現や言葉を選ぶ（専門用語はなるべくひかえる）