

実車の全分解・組立て実習の教育効果について*

中野 敏男¹⁾ 畠山 収司²⁾ 能戸 正³⁾

Educative Effect of Overhaul Practice of Car

Toshio Nakano Syuuji Hatakeyama Tadashi Noto

There are a lot of students who do not know where parts are actually even if the car maintenance is learnt. Even if it is a student of the automotive engineering major that will aim at car mechanic's top professional in the future, knowledge and the technology to the car are still immature. In this paper, an interesting new practice for the student is described. In this new practice, the first advanced course grader is an object. It reports on the result of investigating student's change in consciousness and educative effect.

Key Words: engineering education, car maintenance practice, overhaul a car

1. はじめに

整備について教科書では学んでいても実際に実車のどこに部品がある等を知らない学生が大半であり、ヒータコアなどは存在すら理解していないのが現状である。その背景には、大学の講義・実習は整備士資格一辺倒で時間的な余裕がないことから面白味を感じておらず、自動車整備士の道を極めたいという理想と、純粋に自動車が好きで車の事を知りたいという本能的な欲求の間に整合性が見いだせない点があげられる。将来自動車整備士のトッププロを目指す自動車工学専攻の学生であっても自動車に対する知識や技術はまだ未熟で、これまでの人生の中での経験値が低いこともあり、一般論として機械の構造や作動に対する知識が少なく、興味も薄いと感じる所がある。この経験不足と興味不足、学生が持つ自己矛盾と面白味不足を解決するために、以下の三点を掲げて新たな実験実習を行うことを試みた。

- (1) 自動車一台を部品単位で可能な限り全分解する。
- (2) 分解した自動車部品重量を全て測定する。
- (3) 全ての部品を組立てて正常な自動車へ復元する。

これらは、自動車工学専攻の一年生を対象に新実習(S実習)として行い、主として学生のやる気や意識の変化・教育効果についての調査をしたのでここに報告をする。

2. 授業計画

実習は週三日(月・火・金)で行うが、前学期で全15週あるうちの9週分を今回のS実習に使う。S実習のSとはSafety・Speed・Satisfaction・正確・整理整頓・清潔等の意味がこめられている。

S実習の構成は、実習自動車から全ての構成パーツを取り外し、それらを分解・測定および計量する第一段階。分解した部品から自動車全体の構造や設計思想を理解する第二段階。取り外した部品を元通りに組立て、完成検査を行う第三段階となっている。ポイントは教員の指示に従うのではなく、すべて自分で考えて作業を進める点である。作業計画を下記の通りに定めてS実習を行った。

- | | |
|-----|------------------------|
| 第一週 | エンジン関係・シャシ関係・補機類取り外し |
| 第二週 | 内装・外装・その他子部品取り外し、各重量測定 |
| 第三週 | 電装実習、発電機等の電装品分解・組み付け |
| 第四週 | 電装実習、エアコン・ヒータ等のモデル作成 |
| 第五週 | エンジンOH実習、エンジン分解・分解部品洗浄 |
| 第六週 | エンジンOH実習、エンジン組み立て・各点検 |
| 第七週 | シャシ実習、ミッション・ベアリング等の分解 |
| 第八週 | 組立て、とにかく自分で考え組立て |
| 第九週 | 組立て、完成チェック・再修理・車検チェック |

3. 供試車両と計量装置

供試車両は、2010年度までシャシ実習(ミッション・デフアレンシャル・ブレーキ・サスペンションの分解)で使用していた1992年車の実習車マークII二台であり、本実習後廃棄することとしたため、学生は失敗を恐れず心おきなく実習車として分解することが可能となった。供試車両の諸元⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾および外観を表1および図1にそれぞれ示す。

*2011年8月9日受理。第43回全国自動車短期大学協会研究発表会において発表。

1)・2)・3) 北海道自動車短期大学 (062-0922 札幌市豊平区中の島二条6-2-1)

表1 供試車両の緒元

車両型式	Q-LX80-CEMEX
フレームNo	LX80-5077514
COLOR	050
TRIM	HC41
ENGINE	2L-T (ディーゼル 2446cc)
T/M	W55 (F372)
PLANT	M21
車両重量	1390kg



図1 供試車両の外観(完成時撮影)

表2 デジタルフォースゲージの諸元

定格容量	±200.0N
表示可能範囲	±200.0N
表示分解能	0.1N/0.01kg
計測方式	通常計測、プラスピーク計測
表示周期	1回/毎秒、2回/毎秒、3回/毎秒、5回/毎秒、10回/毎秒、20回/毎秒
サンプリング周期	1000回/秒
精度	±0.2%RC および±1/2digit (23°C)
出力信号 USB	あり (専用通信ソフトにより PC との通信が可能、PC との接続ケーブルは標準付属品) 連続送信最大 100 回/秒
電源	AC アダプタ (DC 9 V/200mA) または内臓ニッケル水素電池 (充電式) 充電中計測可能: 満充電後約 8 時間、充電時間: 最大 16 時間 (満充電になると自動的に終了)
外形寸法	幅 75×厚 38×長さ 147mm
質量	約 450g

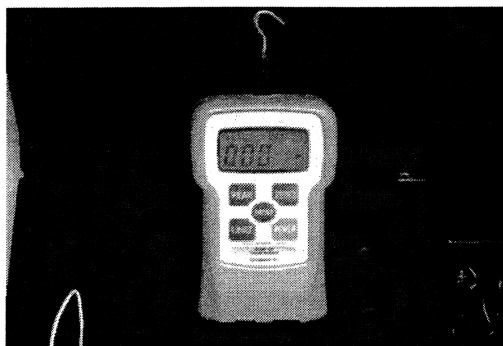


図2 小型ロードテスタ

表3 ロードテスタ (荷重板 HS0500) の諸元

定格荷重	500kgf/枚
許容荷重	150%R.O.
精度 非直線性	0.5%R.O.
繰り返し性	0.1%R.O.
仕様材料	アルミニウム合金
使用温度・湿度	-10~50°C・80%RH 以下 (結露不可)
重量	6 kg
外形寸法	L420×W235×H30 (積載寸法 L250×W235) mm

表4 ロードテスタ (指示計 HM04×2) の諸元

チャンネル数	4CH
最小表示	1kgf
数値表示 個別	液晶表示 0~999
合計	液晶表示 0~9999
精度	非直線性 0.2% R.O.±1digit
使用温度・湿度	-10~40°C・80%RH 以下 (結露不可)
電源	AC100V±10%または AC220V±10%50/60HZ 及びDC12V(単一形乾電池) 約35VA
重量	8kg
外形寸法	L300×W370×H160mm
付加機能	オートゼロ機能、ホールド機能、演算機能、RS-232C 出力

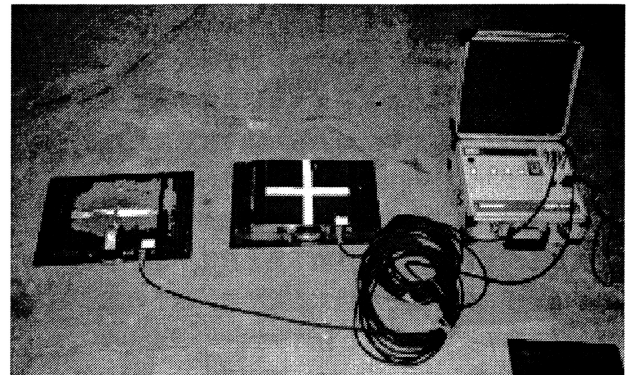


図3 ロードテスタ

本実習では、自動車の構成部品の重量測定を重要項目に設定した。20kg 以下の部品は、図2 に示すデジタルフォースゲージ (日本電算シンボ社製 FGP20) を用いて、20kg を超える重量物は、図3 に示すロードテスタを用いてそれぞれ計量した。なお、デジタルフォースゲージ、ロードテスタの荷重板、および指示計の諸元をそれぞれ表2、3 および4 に示す。

4. 作業前学生アンケートの実施

今回の作業を始める前に学生アンケートを取り、今の意気込み、期待、気持ち等を答えてもらったので一部を下記で紹介する。また、作業前学生写真を図4 に示すが、全員に、少し不安な目の色を感じ取れるところがある。

学生 1

全分解・組立はとても難しそうで不安だ。今までと違うのは、分解してから組立てるまでに間隔があるから、組立てるまでの間に忘れてしまいそうだ。ディーゼル車はこれまでの実習でもあまり扱ってなかったのでちゃんとできるか不安だ。

学生 2

車の全分解は今までやった事がなく、でも一度はやってみたいと思っていた。今回の実習ではそれができるので、その経験を生かして今後の役に立つといいなと思っています。



図 4 作業前学生集合写真

5. 作業の様子

各実習を担当した教員から、学生作業状況についてのコメントを回収したので、以下にその一部を紹介する。

- 工具や車体から取り外した部品を床などに置くことで作業の困難を招き、効率が悪くなることを実感し、整理整頓の重要性を学んだと思う（図5および図6）。
- 図7に示すディーゼルエンジンのヘッドボルト脱着が如何に大変かを初体験。簡単に外れないパッキンが、度が過ぎるとアルミの地まで削ってしまう感覚、ボルトを締め過ぎて折れる感覚、こうした作業の中で自分が手掛けたエンジンが水漏れ、オイル漏れがなく、無事にまわることを期待して組付けていた姿は一生懸命だった。



図 5 分解部品整理整頓の様子



図 6 構成部品取り外し後



図 7 苦勞してヘッドボルトを緩める様子

- 実際に車に搭載されていると見えない部分であるエアコン等の構成部品を見える形でエアコンモデル等として作成することで、車の普段見えてない部分が理解でき、車の構造に関して透視能力が補えた（図8）。

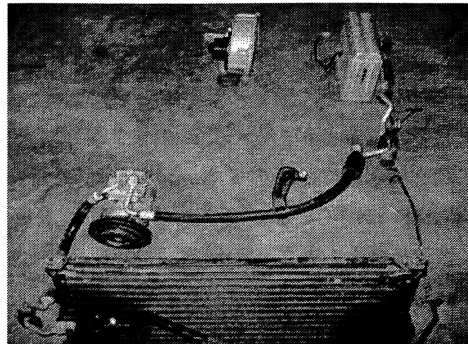


図 8 エアコンモデルの作成

- パワーウィンド開閉速度がなぜ遅くなるのか、現物を見て触れながら解説をすることで学生から相槌がでた。やはり、現物に勝る教材はなし（図9）。
- 組み付け中、トランクのロック及びキーシリンダ取り付け不良により一度締めたトランクが何をしても開けられなくなった。やむを得ず、実際の修理と同じ方法でリヤシート付近をすべて取り外し、トランクが閉まっている状

態でリヤ背シート部より電灯を持ってトランク内に侵入し、閉まった状態の狭いトランク内でロックを取り外してトランクを開けた。さすがに二回目の組み付けは大丈夫だった。小さなミスが大きなロスを招くことを実体験させる事が出来ました。



図9 パワーウインド実習の様様

6. 重量測定結果

表5に分解前の車両とホワイトボディの輪荷重をそれぞれ示す。供試車両は、FRであるため、車両はフロントヘビーであるが、ホワイトボディの重量はリヤ側が重くなっていることがわかる。なお、車両総重量は、1360kgであり、車検証記載値1390kgに対し30kgの軽かったのは燃料タンクが空に近い状態であったためと思われる。表6に分解した各部品の重量を計量した結果を示す。表から、その合計値は、1378kgと表5の値よりも18kg超過しているが、その原因は、大型部品重量計量時、ロードテスタ二枚にまたがる形で使用したために、垂直荷重を正確にテスタにかけていない作業部分の誤差と思われる。通常時の大型部品重量を測定する方法は、図10に示すように、重量計に人が乗り部品を持ち上げた状態で重量計の重量を読み取り、持ち上げている人の体重を減ずる方法で行った。

今回の車種において、ディーゼル車の車両重量の約43%はボディ重量であることが分かった。ガソリン車だとエンジン重量が120kgほど軽くなるのでボディ重量配分は約47%となる。この車種においてだが、ガソリン車の車両重量の約半分はボディ重量となることが分かった。

すべて部品を外しモノコックボディのみにすると291kgとなり、1トン以上の部品を外した結果となる。図11に示すように人力で残ったホワイトボディを持ち上げられた時、学生が大変驚いていた。

表5 車両重量学生測定値 (kg)

	分解前車両重量		ホワイトボディ重量	
右前	390	28.7%	36	12.4%
左前	398	29.3%	69	23.7%
右後	283	20.8%	109	37.4%
左後	289	21.2%	77	26.5%
合計	1360	100%	291	100%

表6 分解部品重量割合

総合項目	総合重量 (kg)	装置割合
エンジン関係	373.7	27.1%
エアコン関係	29.1	2.1%
動力伝達装置関係	87.5	6.3%
舵取り装置関係	31.1	2.3%
懸架装置関係	100.0	7.3%
制動装置関係	49.1	3.6%
ボディ関係	298.6	21.7%
電装品関係	43.2	3.1%
走行装置	75.0	5.4%
ホワイトボディ重量	291.0	21.1%
合計	1378.3	100%



図10 トランクフード重量測定の様子



図11 ホワイトボディ重量測定の様子

7. 作業後学生アンケートの結果

作業を終えて、学生に正直な感想や長所・短所等を自由にレポートにまとめてもらった。その一部分のみを抜粋し、次に紹介する。

- 今までの実習とはまるで違い、細かい指示はなく、分解できる所はすべて分解し、元通りに組立てるという内容は大変でしたがとても楽しかったと思います。時間が十分にあったので自分で考えることができ、為になる時間でした。

- 最初は少し嫌でした。しかし、やっていくうちにだんだん楽しくなり、そして真剣になりました。なぜなら、この実習をすることでどんな座学を何時間勉強するより知識が身についていくのが実感できたからです。見て、触って、解らなかつたら先生に質問してヒントをもらう。たったそれだけで教科書を何回も読むより理解出来ました。
- 配線の多さには参った、配線だけで数kgあると聞かすが、実際に16kgもあった。実習始めのころ「絶対無理、分解は出来ても組み付けてエンジン掛けるのは不可能だー」と思っていたけど、やっていくうちに楽しくなり、一つの部品を組み付けるのに作業時間を計算し今日はこう作業すると考えるようになった(図12)。



図12 室内配線取り付けの様

- すべての部品を外しホワイトボディにすると人の力で車が持ち上がるなんて思ってもいなかったし、ベアリング交換で失敗した時に火花が出るなど色々なことがあり、いい経験になった。
- 実習を開始する前は無事に終わる事が出来るか不安だった。実際に始めてみると作業量が多かったり、やった事のない作業をやったりと、大変だったが充実した時間を過ごすことができたと思う。エンジンをおろしたり、エアコンを外したりすることは、学科の授業では経験していないことで、貴重な経験になったと感じた。しかし反省する点は多かった。分解の際に部品を壊してしまったり、組み付けの順番を間違えたり等、雑な点も多かった。スピードだけでなく、貴重さや丁寧さが必要だと感じた。個人的な一番の失敗は、万力の使い方を間違えてブレーキ配管をつなぐパーツを潰してしまった事だ。修復するのに一日以上を費やし、他の作業に手をつけることが出来ず、少しのミスが大きなロスになることをとてもよく実感した。

- 重量測定についてほとんどの部品の測定を行っているはずなのに分解前に測定した重量と分解後に個別に測定した重量の合計は誤差の範囲とはいえない違いがあった。ボルトやナット等の細かい部品の測定をしっかりと行っていなかった等があるのが原因だと思われる。もっと丁寧に測定していれば結果は違っていたかもしれない。しかし、ホワイトボディがジャッキ等を使わずに人力で測定できたことは驚いた。反省点は最初なかった不具合が発生したこと、まず与えられた時間の中で作業を効率的にできなかった。ボルト等がamaってしまった。ブレーキのエア抜きがうまく出来なかった、ラジエータに穴を開けたことに気付かず完成時に水漏れが発生した。ラジエータが弱いことを学んだ。
- 今回の実習はすごく貴重な経験になりました。まず、車一台を分解して組立てるという事、そして分野別に時間をかけて実習することが僕にとってはすごく勉強になりました。最後にエンジンが掛った時はうれしくてたまりませんでした。でもブレーキが効かなかったのは残念でした。ありがとうございました。
- 今回の実習で初めてプレスやエンジクレンを使ったこと、実践式ブレーキシュー交換等を経験できてよかった。今までで一番ためになる実習だったと思う。
- 学科の2年間でやっていた一个一个の内容を全て総合して、更に詳しく、細かい内容でとてもわかりやすく、やりがいがあり、充実した実習ができた。間違えて組んだ場合もすぐに「ここがダメ、こうすればいい」と助言があったので解り易かった。構造や部品名、部品のある位置等も分解していくことで理解を深められ各パーツの脱着方法が理解できた。実習としてこれからも続けていくべきだと思います。



図13 作業後学生写真

作業終了後の学生と筆者を図13に示す。この図と図4の作業前学生集合写真を比較して見ると、学生は何か満ち溢れ、

目が輝いているように見える。「目は口ほどに物を言う」というが、図 13 がその証明ではないだろうか。

8. まとめ

S 実習後の 2011 年 7 月、エンジン関係の実習において、修理書のシステム図と実際のエンジン上での部品配置を照らし合わせる実習をおこなっているが、前年度の同時期の学生と比較し、修理書の見方やどこに必要な情報が記載されているかを発見することに優れており、自動車の部品配置を的確に把握できていると感じられる。実習にかかる時間も前年度は午前だけでは終わらない学生が多数だったが、今年度の学生は全て午前中で完了している。学生は「S の実習で全部分解して組み立てたから、なんとなくわかる」と言っており、S の実習は修学に効果があると思われる。

反省点は、今回は組み付けの作業時間が予定以上に時間を要し、完成後の再修理と車検チェックの時間がなかったこと。時間があれば作業予定に入っていたが時間は余らず出来なかったことである。完成後必ず何か再修理があるのでその作業時間と学生研究時間および座談会時間があるといいと感じた。

今回の実習で得られた教育効果

- (1) 教科書でしか見たことがない部品を、実際に現物を見て触っているので、バキュームセンサ等の現物がエンジンのどこの部分にあるか見つける事が出来るようになった。
- (2) 現段階で配線図が読める、現物の配線がどこにあるか見つけることが出来るようになった。
- (3) 前年度学生と比べ、今時期での自信度が大きく違い、自動車整備に対する熱意とやる気が漲っている。(わかってくるほどやる気がでる効果。)
- (4) 現在、実習担当の教員が、現一年生の今までにない優秀さに驚愕している。
- (5) 予想以上に効果があったので学科の実習にも生かせるようにしたい。

感想として、学生が達成感を持って成長してくれると大変嬉しく、「教員冥利に尽きる」の一言であり、私が生きがいを感じて良かったと思う一時でもあった。

また、今回は学生の反応をみる意識の調査を重視し、数値的な証明が少なかったため今後の課題にしたいと思っております。

謝 辞

本研究遂行にあたり、「財団法人東京自動車技術普及協会」より助成金を賜りましたことをここに記して、厚く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- (1) トヨタマーク II・チェイサー・クレスト修理書上巻 62105 , トヨタ自動車株式会社 , 1990.
- (2) トヨタマーク II・チェイサー・クレスト修理書下巻 62113 , トヨタ自動車株式会社 , 1990.
- (3) トヨタ 2L 2L-T 3L エンジン修理書 63022 , トヨタ自動車株式会社 , 1989.
- (4) トヨタマーク II 配線図集 6752503 , トヨタ自動車株式会社 , 2003.