

自動車シャシ整備教育における教材試作

—学習理解度向上を目指したアライメント教材の構成—

徳島工業短期大学 花野 裕二

KEY WORDS: ホイール・アライメント, 体験型, 視覚教材, 教育効果, 理解度,

1. まえがき

自動車実習教育方法においては、実習項目に応じ各種装置の基本的な構造や特徴について学習をおこない、その後、分解・組立及び関連作業等について実車両等により整備実習をおこなう方法が一般的である。しかし、本学のような自動車整備士養成大学(工業高校も含む)では、カリキュラムの関係より、入学間もない学生(一年生対象)でも実車両を用いた整備実習を実施することとなる。

自動車のホイール・アライメント(以後、アライメントと称す)学習における、計測および調整整備を取り上げた場合、一般的に作業時間も短く正確に測定・調整ができる4輪ホイール・トータル・アライメント・テスタ(以後、アライメント・テスタと称す)が主流となっており、高性能サスペンションをもつ車両整備には必要不可欠な測定機器となる。しかし、アライメント整備をこれから学ぼうとする入門者にとっては、当然のことながらアライメントに関する基礎知識は低く、アライメント・テスタを使用した実践的な整備作業となると、かなりの応用編であり未知の領域となる。

学生にとって、新しい学習に直面する中で戸惑いも生じることとなる。また、指導側にとっても、制約された授業カリキュラム内で、アライメントに関する基礎知識を高め、アライメント計測を含む整備技術を向上させることは容易ではない。

従って、効果的な相互授業を行うためには、学生の理解度の低い項目について指導内容を検証し、早い段階で理解度を向上させるための効率のよい授業の進め方を工夫しなければならない。

筆者は、上記に示す課題について改善を図るために、H28年度アライメント学習を終了した学生を対象に、アライメント知識に関する調査(アンケート調査・ヒアリング)を実施した。調査は、学生個々の理解度を自己評価させることを目的としたもので、当該授業により得た知識や技術を含め、受講学生の理解度が全体的に低く散布度が多くあった箇所について、その原因について検証をおこなったものである。

本研究では、調査結果より得た回答をもとにアライメント機構における学習方法の見直し策として、指導者の講義と並行した教育手法を提案し、学生目線に立った新たな基礎学習教材として4輪走行型アライメント・シミュレータ(以後、4ASと称す)の試作を行ったので報告する。

2. アライメント知識に関する学生調査

規定のカリキュラムに従いアライメントを終えた本学1年生54名を対象として、学習理解度の調査を行うため、下記に示す項目(設問1から設問6)でアンケート実施した。表1にアンケート設問項目を示す。なお、設問の各項目は学習指導順となる。

表1 アンケート設問項目

基礎学習	設問1	アライメントとは何か(語句の意味がわかる)
	設問2	角度図と角度名が一致する(質問に答える)
	設問3	実車両による角度設定箇所と角度名が一致する
	設問4	角度の取付け目的(役割)がわかる
応用学習	設問5	実車両による計測ができる
	設問6	不具合車両の調整整備ができる

アンケートの設問は2つに分類し、表1に示す設問1から設問4までをアライメント基礎学習、設問5、設問6をアライメント応用学習とした。各設問に対し4段階(思う、やや思う、あまり思わない、思わない)から自分の回答に最も近い選択肢を選ぶ形式とし、アンケートでは「思う」と「やや思う」を肯定的回答とした。

3. アライメント知識に関する学生調査

3.1 アンケート調査結果

図1にアンケート調査結果を示す。

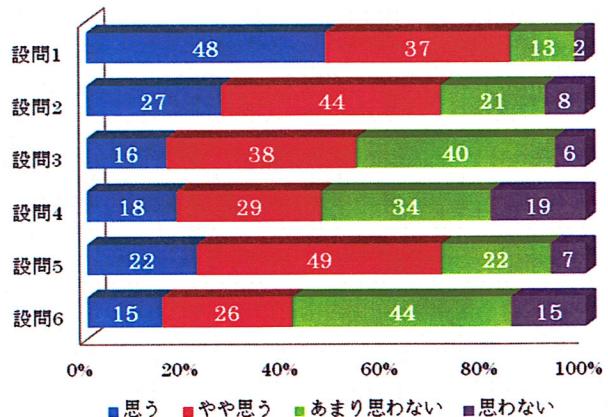


図1 アンケート調査結果

(1)基礎学習調査

設問1は、ホイール・アライメント学習初期段階に記載(自動車シャシ教科書)された語句の意味の理解度についての回答となる。肯定回答率は85%と比較的高い割合であった。

設問2では、設問1に関連しアライメント設定角度の種類について角度名と角度図を学習後、演習問題の実施を含み、第三者に対して説明することができるかの回答となる。肯定回答率は71%とやや減少している。

設問3および設問4は、実車両を使用しアライメント角度名称と部品の装着位置を照らし合わせ、一致するかについての回答となる。肯定回答率は設問3で54%、設問4で47%と対象学生の約半数の割合であった。

(2)応用学習調査

設問5は、実車両を使用したアライメント測定方法についての理解度を示す回答である。肯定回答率は71%と高い割合である。使用機器ではキャンバ・キャスター・キングピングージ(以後、CCK ゲージと称す)およびアライメント・テスタを使用し実車両による計測を行うものである。

設問6は、アライメント不具合車両の調整・修理する知識が習得できているかについての回答となる。この設問は、現在持っている自分自身(単独作業)の知識で、実車両のアライメント整備を行えるかを想定させ回答したものである。肯定回答率は41%と最も低い割合であった。

3.2 基礎学習時の調査結果考察

(1)基礎学習考察

設問1は、初回学習となり教科書およびアライメント模型を使用した講義が中心となる。

アライメント項目の授業始まりとなる初回では、授業内容に対して緊張感を持って取り組む姿勢があり、集中力が発揮されていた。

自動車構成品のなかでもタイヤおよびサスペンションなどの足廻り機構や構造については、興味を示す学生が比較的多いことである。その理由の一つに、自動車レース(学内クラブで実施)への参加や走行体験から、性能を求めるため技術的な面より知識を得ようとする場合が考えられる。また、自動車部品の交換や取付けを楽しむことを目的とした、ファッショナルな感覚から興味を持つ場合なども考えられる。考え方は二分するが、いずれにせよ興味を持ち授業に集中して取り組んでいると思われる。

設問2から設問4にかけて、肯定回答率は低下傾向となっている。アライメント角度名と設定箇所の復習を含め、演習問題の実施による学習と実車両を用いた確認作業となる。この時点から、学生の理解度に散布度が生じてくる。

学生へのヒアリング調査では、アライメント角度名とその役割が入り乱れる形となり混乱しているようであった。また、講義時間が続くことから、集中力を持続させることができ困難といった回答であった。

さらに、実車両による場所確認では、教科書記載図に表されたような明確な角度とは異なり、微妙な角度の位置関係となることから学生には理解しづらいことも影響しているようであった。

自動車の構成について知識や経験が少ない1年生にとっては、そもそも構成部品の取り付け目的や配置が理解できない場合が多く、指導者の指示や意図を正確に理解することが困難となり認識誤差が生じている。

(2)応用学習考察

応用学習では、実車両を使用し計測方法および故障原因探求を中心に学習を行う。計測機器は、CCK ゲージとアライメント・テスタを使用する。CCK ゲージによる計測では、グループ(1 グループ：3~4人)に車両1台を準備し、マニュアルを参照し計測練習を反復させる。反復練習は 1.5H 程度行い計測手順および方法を覚えさせる、グループ作業により仲間と共に研究しながら作業が進み、計測方法と手順についての理解度は向上しているように思われる。

反復練習終了後には、一連の計測作業を時間内に終了させる実技試験を行う。実車両を用いた作業となる CCK ゲージやアライメント・テスタの計測機器取り扱いには興味を持ち高い割合で計測方法が理解できている。

しかし、現状の実習では限定された実車両(実習教材車両)による計測や調整作業となる。したがって、異なったサスペンション機構を持つ車両については、調整整備における想定ができず不安となり、単独作業となるとなおさら自信が持てなくなるようである。

4. 従来の学習法と課題

従来の学習指導方法では、指導者からの説明が十分に理解できていない、学生個々の理解度に散布度をもたらしていたことが判明した。

アンケート調査結果(肯定回答率)に示されるように、初回学習時には学生も積極的に授業に取組む姿勢が伺えるが、回数を追うごとに低下傾向となる。

最も重要な初回学習時には基礎学習として、アライメント基本構成や各種要素について、三級自動車シャシ教科書記載事項を軸とした各アライメント要素の基本構成について講義を行う。また、各機構の分類した関連性については、単品部品や各部位の作動図を用いる。

しかし、自動車の構成について知識や経験が少ない一年生にとっては、そもそも構成部品の取り付け目的や配置をイメージできず理解できていない。さらにアライメント機構はサスペンション装置やその種類およびステアリング装置やタイヤなど関連した機構について、多くの情報が同時に入ることとなり混乱を招いている。

したがって、指導者の指示や意図を正確に理解することが困難となり、認識誤差が生じることとなる。

5. 学習法の見直し策

基礎学習時においては、アライメント各要素に関連する基本構成や機構の関連性について、理解不足による箇所が多くある場合には、達成感が得られずアライメント知識が断片的なものとなる傾向となる。結果的には、学習意欲が減少傾向となり集中力の低下に繋がったとも考えられる。前述した考察をより、学習に対して積極性を持たせるには、いかに学習時のモチベーションを維持させるかが重要であり、結果的にこのモチベーションが技能と技術の習得につながることとなる。今回の教材製作においては、学生個々の意欲を引き出させることを課題としたもので、以下に示す構成要素を含むこととした。表2に構成要素を示す。

表2 構成要素

a.	講義と実習動作を連動させた教材とする。
b.	アライメント機構について部分的な作用を示すものではなく、実車両と同様に総括的な観点より思考や判断が可能な4輪車両型とする。
c.	アライメント学習に既存する設定角度について、角度調整ができる、角度の変更時には、その動き量が視覚的に確認できる形状とする。
d.	市販の計測機器により 計測が可能な構造とする。
e.	学生自身による試験走行が可能な体験型モデルとする。
f.	不具合状態の設定が再現でき、故障探求学習に活用できる構造とする。

6. 基礎学習教材 4AS の試作

6.1 4AS 構成

図2に4AS全体構成図を示す。4AS基本構造は、学習目的を重視した構造となる。実車両の場合、アライメント機構に関連する構成品はボディーの影となり視覚確認が困難であることから、シャシー・フレームのみの構成とした。学習目的であるアライメント角度各種（図1内に示す角度調整箇所：①キャンバ角、②キャスタ角、③キングピン角、④ト一角、⑤セッターバック角）の操作、および調整機能を取り付けたものである。

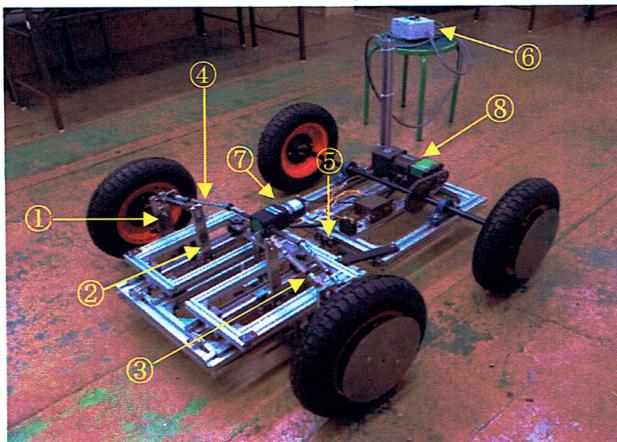


図2 4AS全体構成図

表3 4AS諸元表

重量	:前軸重 300N, 後軸重 290N
形状	:全長 1112mm :ホイール・ベース 670mm :トレッド 900mm
駆動モータ	:Panasonic M91Z90GD4L
操舵用モータ	:oriental motor 2RK6GN-A
駆動ギヤ比	:2.5
車輪サイズ	:外径 370mm, 幅 78mm

各アライメント角の場所と調整方法の確認および操作時ににおける総合的な動きを学習すること目的としたものである。自動車アライメントに既存する設定角度について、角度調整が容易となり、角度の変更時には、その動き量が視覚的に確認できる形状となる。また、後部フレームに取り付けた電動モータ（図1内⑧）により、試験走行が可能なモデルとした。試験走行に必要なハンドル操作はコントローラ（図1内⑥）により、操舵用モータ（図1内⑦）により操作を行う。前進・後退の切り替えにおいても、コントローラ（図1内⑥）により操作を行う機構とした。表3に4AS諸元表を示す。

(1)アライメント角度各種の調整機構

図3、図4にアライメント角度操作機構を示す。図3に示すキャンバ角、キャスタ角、ト一角についてはアジャスト・ボルトにより角度操作し、操作に応じた車輪角度変化が視覚確認出来る機構とした。図4に示すキャスタ角については、アジャスト・ボルトに連結した操作レバーが調整角度に比例して動作することで、視覚確認を容易とした。また操作レバーについ

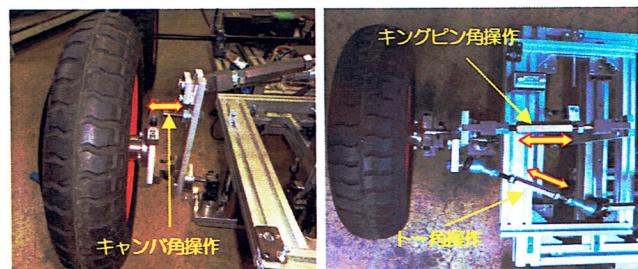


図3 キャンバ角、キングピン角、ト一角操作機構

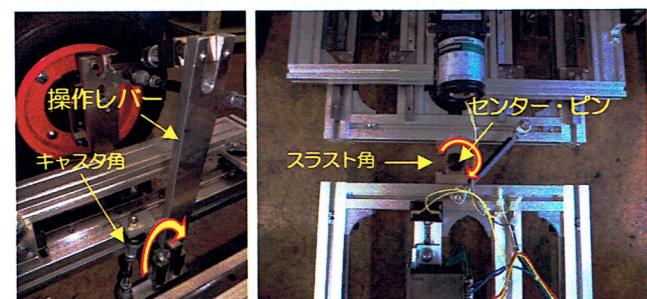


図4 キャスター角、スラスト角操作機構

では、キングピン角度調整時による反力を受けることとなるため、強度を持たせた構造とした。4ASではボディー形状を前部・後部に2分割させセンター・ピンにより連結させた構造とし、ボディーの曲がりを再現することとした。スラスト角操作では、前部・後部のボディーを回転させ角度差を付けることとした。

7. 4ASによるアライメント角度測定試験

1) 車輪ジグ取り付け

アライメント角度測定試験では、実車両に使用する市販の4輪アライメント・テスター（以後、4輪テスターと称す）を併用することとした。一般的に、4輪テスターでは測定時に必要な車輪角度計測センサ（以後、車輪センサと称す）を車輪部に取り付ける。しかし、4ASでは使用した車輪形状より、車輪センサの取り付けができなかつたことから、車輪センサ専用の車輪ジグをホイール外側に取り付けることとした。取付けは、4AS車輪の取付けボルトを対角状に2本取外し、車輪ジグを取付ける機構とした。図5に4輪テスター取付け用車輪ジグを示す。



図5 テスター取付け用車輪ジグ

2) 4輪アライメント取り付け

図6に4輪テスターを装着した4ASを示す。車輪ジグの取付け後は、通常自動車による手順と同様である。まず車輪下部にターニング・ラジアスゲージをセットする。この時、車両前後の高低差を調整する必要があるため、同じ高さのプレートを後部に設置した。次に車輪ジグに、4輪センサをセットする。

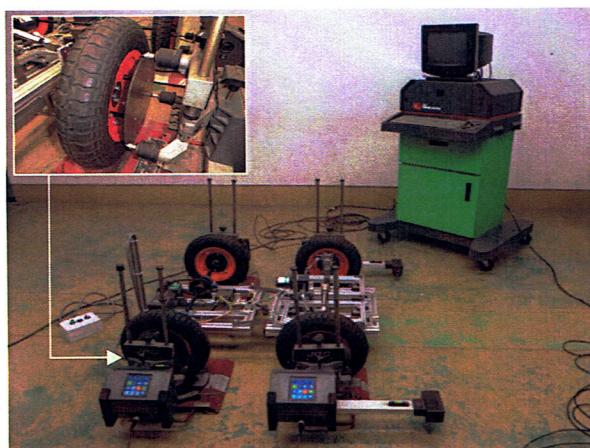


図6 4輪テスターを取り付けた4AS

3) 操作手順

測定手順方法は、4輪テスターのディスプレイに表示された手順に従って操作することとなり、特に難しい操作はなく容易に4輪アライメント角度が測定できた。

図7は4輪テスターのディスプレイに順次表示される操作手順方法の一例を示す。

4) 試験測定結果

操作手順に従いアライメント角度測定試験を行った。試験目的は、4ASに設定した各種のアライメント角度調整機構の作用状態を確認するものである。図8に前輪、後輪におけるアライメント角度測定結果（ディスプレイ表示図）を示す。

4ASに設定したアライメント角度調整機構を操作することで、図8に示す各アライメント角度表示角度に動きが生じることとなり、視覚的にも操作箇所と変更角度が理解できる機構となった。



図7 操作手順表示例

図8 アライメント角度測定結果

4. まとめ

本研究では、アライメント学習における指導方法の見直しを図る目的から、本学一年生を対象にアライメント知識に関するアンケート調査を行った。アンケート調査結果よりホイール・アライメント学習では、一部分だけの理解では把握できない要素が多くあることから、部分的な模型教材による学習をしても、自動車の全体像が理解できず、断片的な知識となり学習時における集中力も低下傾向になっていたことがわかった。

4ASは、アライメント機構において総括的な観点から学習をさせることを目指す教材であると共に、学生自身が直接操作し体験することを可能とした教材となる。

今回の試作における最大の目的は、4ASを活用することで学生の興味や関心を喚起させると共に、意欲的に学習しようとするモチベーション効果を得ることである。特に基礎学習時には学習目標を掲げどのような知識や技能を獲得することを目指すのかを明確に伝える必要がある。

本報告では、受講学生への調査から得た課題をもとに、基礎学習方法の見直しを行うため、新たに4ASの試作および作動試験を行ったが、4AS試作計画は継続的であり、次の目標はアライメント学習に試験的に使用する予定である。その後、改めて学習効果について検証を行い、4ASの改善を含め精度を高めていく。

参 考 文 献

- (1) 花野裕二:自動車ホイール・アライメント教材の試作, (第2報) -学習理解度向上を目指した基本構想と特徴- 徳島工業短期大学紀要, Vol. 22, pp.33-36 (2018)
- (2) 花野裕二:自動車ホイール・アライメント教材の試作, (第1報) -教材試作計画に及ぼす近年の学生思考- 徳島工業短期大学紀要, Vol. 21, pp.27-30 (2017)
- (3) 花野裕二:教育用アライメント教材の試作, 徳島工業短期大学紀要, Vol. 13, pp.1-2 (2009)
- (4) 花野裕二:教育用アライメント教材の試作 2, 徳島工業短期大学紀要, Vol. 14, pp.11-12 (2010)
- (5) 花野裕二:教育用アライメント教材の試作 3, 徳島工業短期大学紀要, Vol. 15, pp.29-31 (2011)
- (6) 宇野高明:車両運動性能とシャシメカニズム, グランプリ出版 (1994)
- (7) 2 級ガソリン自動車シャシ偏, 日本自動車整備振興会 pp. 119-128