

# 徳島工業短期大学紀要

## 第 25 刊

### 目 次

#### 研究論文

- 安全管理（整理・整頓）の取り組み ..... 福栄堅治 ..... 1  
模型自動車を使用した走行実験  
駆動輪の位置による走行特性の確認 ..... 鎌田 孝 ..... 5  
鉛電池の内部抵抗に関する一考察  
SOC, バッテリー温度の影響 ..... 吉田 愛二, 多田 好宏,  
..... 愛媛大学 佐藤員暢 ..... 8  
実習授業におけるテレビモニタとカメラを用いた作業説明 ..... 東條 賢二, 花野 裕二 ..... 11  
オルタネータ制御回路の動作視認装置の製作 Ver II  
-ステージにおける動作の状況- ..... 岩瀬 一裕 ..... 14  
自動車シャシ可視化教材の試作  
リンク式サスペンション機構の基本動作学習法 ..... 花野 裕二, 東條 賢二 ..... 18  
特定整備（エーミング作業）の各メーカーの作業方法の違いについて ..... 廣瀬 博文,  
..... 平野 一正, 福栄堅治 ..... 24  
ベトナムからの留学生理解のための基礎知識(4)  
-ベトナム戦争の「戦後」- ..... 近藤 孝造 ..... 26

- グーグルフォームの活用方法について  
工具名称テストの実施 ..... 櫛田直人 ..... 30  
e-モータースポーツ体験車両製作  
自動車実車とe-モータースポーツの融合に関する研究 ..... 助道永次,  
..... 多田博夫, 平野一正 ..... 33  
ステンレスの酸化被膜による発色  
-加熱法による特徴とその応用について- ..... 助道永次,  
..... 株式会社アルファ・コレクションズ 島田 清 ..... 37  
体験教育用電動カート製作（その1） ..... 助道永次 ..... 41  
eモータースポーツの導入計画と初年度の成果について ..... 多田博夫,  
..... 助道永次, 鎌田 孝,  
..... 廣瀬博文, 東條 賢二 ..... 45  
運転スキル向上を目指したVR教習システムの開発 ..... 多田博夫,  
..... 助道永次, 鎌田 孝 ..... 51  
模型自動車を用いた遠隔型自動運転システムに関する研究 ..... 多田博夫 ..... 56

2021年6月

# 安全管理（整理・整頓）の取り組み

徳島工業短期大学 福栄堅治,

KEY WORDS: 教育, 総合診断, 安全, 整理・整頓

## 1. はじめに

作業においての安全を確保するためには、定められた規則や基準、災害防止のための遵守事項などを守ることによって成り立っている。一級専攻科の「総合診断」の授業の中に、安全管理の第3章災害防止編で安全のルールとして職場における遵守事項及び心得等を学習する内容がある。国家試験にも出題される。その中に整理・整頓がある、整理・整頓の意義、整理・整頓の効果、整理・整頓の考え方、物のおき方・保管方法、そして工具や機器類などの扱いなどである。作業効率の向上や、安全への確保の為に必要なこととして学習している。この整理・整頓については、誰しもが日常的に行ってはいるものの、実際にその状態がベストなものなのかと問うた場合、いい状態だと思っているか、いやそうでなくその環境に慣れてしまって、この方が良いかどうかかもわからない。あるいは、改善した方がいい、という具合に様々の思いをもっている。以前、TVのある番組で整理・整頓の達人が出てきて、アドバイスによって効率の良い環境改善を見せてくれていた。あらためて、一級専攻科の実習場の共用工具、測定機器、機材及び教材の保管状況をみてみると、教科書に書かれている内容とはほど遠い状態であり非効率であるなと感じてしまうのである。そして学生の目には、実習場における「整理・整頓」の状況がどのような感じで映っていたのか聞きたいところではあった。作業効率の向上や災害防止の必要条件にも、整理・整頓は安全の基本である。とか、安全は整理・整頓に始まり整理・整頓に終わる。と言われている、そのためこの度は、保管庫の状況を見て不快感を与えない為にも、保管庫の改善に取組むことにした。

## 2. 保管庫

### 2.1 保管庫の状態

整理・整頓の考え方について、国家試験にも出題されてもいますが、一般的に整理とは、必要なものと不必要的ものを区分して、不要なものを処分すること。そして整頓とは、必要なものの置く場所と置き方を決めておき、必要な時に使いやすい状態にしておくこと、といわれている、また、物のおき方と保管方法については次のように教科書に記されている。

- ・平らな場所で、安定の良い置き方、積み方をする。
- ・形の同じものは揃えて置き、重いもの、大きいものは下に置く。

- ・丸いもの、転がりやすいものは、かませ物をする。
- ・長いもの、倒れやすいものは、横に寝かせる。
- ・種類別、寸法別、材料別及び用途別に区分する。
- ・小さいもの、単品のものは容器に入れる。
- ・つまずき、引っ掛け等が発生しないように置き、通路にはみ出さない。

以上の内容によつて、検証すると図1～図6のいずれの状態も整理・整頓の見本にはならない。



図1 入口から見た状態(1)



図2 入口から見た状態(2)



図3 右の壁側の整理棚



図4 左の壁側の整理棚



図5 真ん中の整理棚 (1)



図6 真ん中の整理棚 (2)

## 2.2 保管庫の問題点

図1から図6の状態では、あるべき姿には程遠い環境と言えた、改善するためにも問題点を整理してみる必要がある。

そして、次のようにざっくりとまとめてみた。

- ・置く場所が定まっていない。
- ・一見、整理されてはいるが乱雑である。
- ・保管されているものが、わかりづらい。
- ・物によっては、取り出すときに時間がかかる。
- ・いらないものが多い。
- ・通路が、邪魔である。

等である。

## 2.3 保管庫の改善

保管庫の問題点を踏まえ、あるべき姿を模索しながら最善な整理・整頓に取り掛かることにした

入口付近の、スペースを広くして動きやすい状態を確保する

ために改善を行った。 (図7)



図7 改善した入口

整理棚はすべて壁側に配置して、使用する頻度に応じてそれぞれの部材・機器類を配置する。教材のCVTのトランシッションには、キャスター付きの台車に乗せて移動が手早くできるように改善を行った。 (図8)



図8 入口付近の整理棚

入口の正面の整理棚には、見栄えと利便性を考慮して種別ごとにまとめ、なるべく重いものは下に配置して扱いやすくなった。また、それぞれに工具名・部品名および機器名の表示も行った。 (図9)



図9 種別ごとに整頓した整理棚

保管庫の奥側には、教材やパーツ類を収納した、種別ごとに容器に収納して、重いものは下に置いて配置した。また容器ごとに表示も行った。 (図10)



図 10 奥側に教材・パーツ類を収納

左側のスペースには、大物の教材と大物の機器類それと長机等を配置する。大物の教材と大物の機器類にはそれぞれにキャスターがついているので移動が容易にできる。長机は今まで壁にもたれ借りてたのを、キャスター付きの台車に乗せてベルトで固定をして簡単に移動できるように改善を行った。(図 11)



図 11 大物教材と機器類の収納

## 2. 4 一般工具の整理・整頓

保管庫の見栄えが良くなってくると、相乗効果というか学生に配布している工具とは別に、キャディーに収納している共用工具がある。その収納状態がよくないので改善を行うことにした。改善前の状態が図 12 と図 13 である。

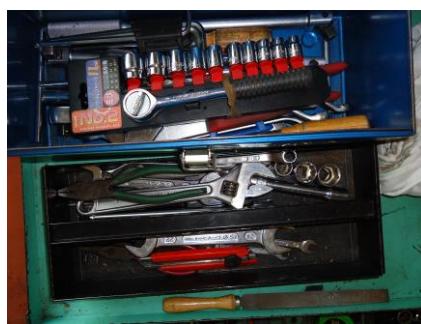


図 12 改善前の共用工具 (1)



図 13 改善前の共用工具 (2)

キャディーの左側中段に、3段の引き出しを増設した(図 13)。今まで工具箱に収納していた工具を、この3段の引き出しに種別ごとに分けて収納を行うことにした。そうすることによって必要な工具を取り出しやすくなった。

(図 14, 図 15, 図 16)



図 14 改善後正面から見た共用工具



図 15 増設した引き出し (1)



図 16 増設した引き出し (2)

ぎゅうぎゅう詰めになっていた従来からの上段の引き出しの中は、整理・整頓により今までよりもスペースが広くなり扱いやすい状態になった。(図 17)



図 17 上段の引き出し

### 3. 運搬車両の製作

整理・整頓を行っていると、必ずモノの移動が伴なってくる、そんな時に運搬車両があれば非常に助かる、まとまって移動できるので効率の良い作業ができる。そんなような事で以前に余った部材で制作した木製の台車（図 18）が役に立った。今回は、新たに収容がなくて小回りの良い、腰の低い変形リヤカーを製作することにした、よって作業効率と利便性がよくなつた。（図 19）



図 18 木製の台車



図 19 変形リヤカー

### 4. まとめ

整理・整頓は、安全と衛生の第一歩と言われているくらい大事なことである。教科書にも災害発生の要因は不安全状態によるもの、不安全行動によるもの、不可抗力によるものであると謳っている。整理・整頓については、ただ単に取り散らかしたものをきちんと並べ、掃除するだけではなく安全面から深い配慮に基づいてた整理・整頓に取り組むことが必要

であると説明している。ということで今回、安全な面を考慮した整理・整頓に取り掛かったのである、まだ不十分な部分があるかもしれないが、今回はこの辺で手を打つことにした。学生には、保管庫の状態をみて、整理・整頓=安全ということで意識を高めてもらいたいと思っている。まだまだ改善する余地があるやも、さらなる改善に今後は学生と一緒に取り組んでみたいと思う。

### 参考文献

- (1)社団法人 日本自動車整備振興会連合会：一級自動車整備士 総合診断・環境・安全管理、
- (2)公論出版：自動車整備士1級小型 問題と解説

# 模型自動車を使用した走行実験

## 駆動輪の位置による走行特性の確認

徳島工業短期大学 鎌田 孝

KEY WORDS: 自動車短期大学, 教育, 模型, オープンキャンパス

### 1. はじめに

近年の乗用自動車は、燃費、安全性、居住性等を考慮し、以前では軽自動車や小型自動車を中心であった、フロント・エンジン・フロント・ドライブ(FF車)が、普通乗用自動車やミニバンにまで普及して大多数を占めており。後輪駆動車はタクシー用の自動車を除き、一部のスポーツタイプ車に限られており、一般的には運転する機会は少なく、また、実車での走行特性を体験するには、車両の確保と一定以上の速度で走行する事が必要で、安全性を確保する為には広く障害物の無い場所が必要で、現実的には非常に困難であり、代わりに模型自動車を使用する事で、安全に体験し、また、実際に乗車するよりも、外部から見ることで、より自動車の駆動輪の位置による挙動変化の違いを確認出来ると考え、また、運転免許の必要のない無線操縦の模型自動車を使用した走行実験を考案した。



図1 Mini-Z FWD



図2 Mini-Z RWD



図3 Mini-Z AWD

### 2. 機材の準備

#### 2.1. スケールの選択

一般的な無線操縦の模型自動車は、スケールで1/10サイズの物が走行性能も高く機種も豊富であるが、一定以上のスペースが必要であり、オープンキャンパスや中学生職業体験授業に使用出来るように、屋内でも使用可能な1/27サイズを選択した。

#### 2.2. 機種の選択

駆動輪の位置を選択でき、価格、耐久性、故障時の補給部品の有無等を考慮し、京商株式会社製 Mini-Z レーサー RWD, FWD, AWD(表1)(図1, 2, 3)の3機種を選択した。

表1 模型諸元

機種	Mini-Z FWD	Mini-Z RWD	Mini-Z AWD
駆動輪位置	前輪	後輪	総輪
全長	165.5mm	184.0mm	165.0mm
全幅	70.0mm	79.0mm	70.0mm
全高	55.0mm	44.0mm	46.0mm
軸距	94.0mm	98.0mm	94.0mm
総重量	170.0g	173.0g	185.0g

### 3. 走行試験

3.1.1 2号館実習場内の床面にパイロンを設置して走行試験を実施した。

#### (1) 前輪駆動車

一定速度では直進性、旋回性、は比較的安定しており、旋回中にパワーを駆けるとアンダー・ステアが発生し、急激なOFFでタックインが発生するが、走行中にタイヤの表面に埃などが付着して摩擦力が低下し不安定になり、また、ドライブ・シャフトなどに埃を巻き込み、回転不良の原因になるため、定

期的に清掃が必要である。

#### (2) 後輪駆動車

一定速度では直進、旋回とも走行は可能だが、パワーの ON、OFF でアンダー・ステア、オーバ・ステアの挙動変化が大きく、また、床の凹凸や塗料の段差等で進路が乱れ操縦にはデリケートな操作と熟練が要求される。

#### (3) 総輪駆動車

3 車の中では、直進性、旋回性は最も高いが、床の凹凸がきっかけでアンダー・ステア、オーバ・ステアの挙動が変化する事があり、一定の挙動を維持するのが難しい。

3.1.2 3 機種とも挙動の確認は可能であるが、操縦には高い技術が必要で、操縦が不慣れな場合は、直進も難易度が高く操縦性の違いを確認するのは困難である。

### 3.2.1

走行条件を一定に保つ為に摩擦の変化が少なく、表面の平坦な京商株式会社製の模型専用コース Mini-Z グランプリサーキット 50(図 4,5)を使用し、形状を機能上に組み合わせ走行試験を実施した。

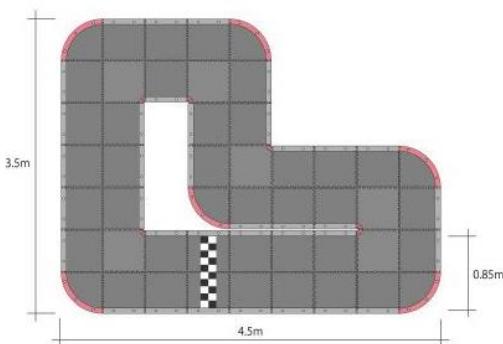


図 4 Mini-Z グランプリサーキット 50



図 5 機能コース

#### (1) 前輪駆動車

タイヤと路面の摩擦が大きくなり、直進性、旋回性、は安定

したが、旋回中の挙動変化を確認するには高い車速での旋回が必要で小さくなり、大きなハンドル操作では転倒し、また、床の段差やコースの継ぎ目で車両が左右に蛇行し、操縦には慣れが必要である。

#### (2) 後輪駆動車

直進安定性は前輪駆動車に劣るが、旋回性能は高く、転倒も、ほとんど発生しない。

#### (3) 総輪駆動車

3 車の中では、直進性、旋回性は最も高いが路面の継ぎ目では左右にぶられ、速度が高い場合は蛇行が発生し、旋回半径の小さなカーブでは小回りが利かず、またあまりスロットルを大きく開くとアンダー・ステアが発生し、旋回半径が大きくなる場合と、後輪がスライドして内側に

### 3.2.2 結果

コンクリート塗装の床と比較して摩擦が高く、凹凸も少ない為、車両の挙動は安定しているが、挙動変化が起きる車速が高くなり、操作が遅れると車両の転倒やフェンスに衝突し、車両の挙動変化も分かりづらい。

### 3.3.1

全種類の車両にステアリング・ジャイロを装着し、京商製の模型専用コースを使用し、走行試験を実施した。

#### (1) 前輪駆動車

直進性は向上し、マットの継ぎ目でも安定した走行が可能になったが、ジャイロ・ユニットの制御で挙動変化が修正された為に旋回半径が大きくなり、また挙動変化の確認が分かりにくくなつた。

#### (2) 後輪駆動車

直進安定性は前輪駆動車に劣るが、旋回性能は高く、転倒も、ほとんど発生しないが、旋回時にオーバ・ステアを発生させるには急激なスロットル操作が必要で操作が難しい。

#### (3) 総輪駆動車

直進性、旋回性は最も高いが、挙動変化が小さく分かりづらくなり、小さく旋回すると転倒する。

対策として前後のサスペンションのスプリングをばね定数の高いものに変更したが、転倒は発生し、原因は最も重心位置が高く、トレッドも 3 車中、最も狭いのが原因と考えられる。

### 3.2.2 結果

3 車にステアリング・ジャイロを装着する事で、安定性は向

上したが、挙動変化を実感する為には、ある程度の操縦技術が必要で、オープンキャンパス等での、短時間での体験では、3車の違いを確認するのは難しい。

#### 3.4.1

転倒対策と、操縦に余裕が出来るように、3車の装着タイヤをタイヤと路面の摩擦力を小さくし、旋回速度を低くする為に、タイヤをゴム製から樹脂製(図6,7)に変更し、走行実験を実施した。



図 6



図 7

##### (1) 前輪駆動車

「発進時」にはタイヤが激しく空転するが、直進性は保たれ、旋回時には、アンダー・ステアが大きく発生し、スロットルを OFF ではオーバ・ステアが発生し、実車では、雪道を走行しているのと同じような挙動になる。

##### (2) 後輪駆動車

発進時のタイヤの空転は前輪駆動車より少ないが、空転が多くなると方向性が失われ、旋回時にはタイヤがスライドしスピinn状態になるが、ステアリング・ジャイロのゲインを大きくする事で、一定の安定性は確保でき、後輪駆動車の特性を再現出来る。

##### (3) 総輪駆動車

発進時の駆動力は高く、旋回時も3車中一番の安定性を確保しているが、スロットルを大きくするとオーバ・ステアが発生する。原因は重心位置が車両中央より 6mm ほど前方にあるため、車両後部に 10g のウェイトを搭載し、症状を改善出来た。

#### 3.4.2

3車ともタイヤを樹脂製に変更する事で、摩擦力の変化が小さくなり、気温の変化など、走行条件が変わっても一定の挙動を保つ事が出来るようになった。

#### 3.5.1

走行路面の変更と3車種のタイヤ等を調整する事で、走行実験はある程度不慣れな場合でも体験出来るようになったが、短距離のコースでは、車両同士の衝突等により、車両の破損等が発生する場合があり、コースを延長して対策した。(図6)



図 8

#### 4. まとめ

令和3年度は、車両のサスペンションやタイヤの改良、またコースレイアウトを変更し、より自動車への興味を引き、またオープンキャンパス等での満足度向上のため、改良を進めて行きたい。

# 鉛電池の内部抵抗に関する一考察

## SOC, バッテリー温度の影響

徳島工業短期大学 吉田 愛二, 多田 好宏  
愛媛大学 佐藤 員暢

KEY WORDS: バッテリー, サルフェーション, 内部抵抗, SOC, SOH,

### 1. はじめに

従来、鉛電池の劣化状態 (SOH:State of Health) の測定において CCA (Cold Cranking Ampere) や電解液比重の測定が行われたが、CCA は内部抵抗に起因すること、近年密閉式電池も多く使用されるようになってきたこと、また、リチウム電池や駆動用鉛電池の SOH 判定も要する機会が増えたことなどから現在電池の内部抵抗測定による SOH 判定が主流となってきた。しかし、電池の内部抵抗は数  $\mu\Omega$  程度であるため、スティングツールのテストリードの接触抵抗等も大きな測定誤差として現れるため注意を要するところである<sup>(1)</sup>。一般的に、内部抵抗による電池寿命判定は内部抵抗値が初期の 3 倍程度となった時点と判定するようである。しかし、内部抵抗は個体差や測定時の充電率 (SOC:State of Charge) や温度にも影響される様であるが、測定値に及ぼす影響がどの程度であるか明らかにされていないので本実験を試みた。

### 2. 鉛電池の内部抵抗

電池の内部抵抗は、実際の電解液の電気的、物理的な抵抗成分ではなく、化学反応を電気的に表現して等価な抵抗として表している物である<sup>(2)</sup>。したがって、充電時と放電時では反応が異なるため内部抵抗の値が異なる。また、温度変化により化学反応速度が異なるため内部抵抗の値が異なる。電池の内部抵抗が増加する要因は、サルフェーション、電極板の物理的劣化などが考えられる為、電池の内部抵抗により SOH が判定できる。

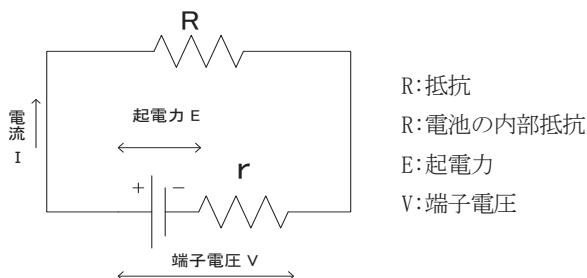


図 1 内部抵抗のイメージ

図 1 は、内部抵抗のイメージであるが、起電力 E の電源に  $r$  の抵抗が直列につながれていると考えられる。

$$rI = V - E \text{ より}$$

内部抵抗  $r$  は、 $r = (E - V) / I$  で表される。

### 3. 内部抵抗測定

今回は、内部抵抗測定に関し電池温度、SOC がどの程度影響するかを把握するため手始めに行つたものである。

測定対象としては、手元に有つた使用過程の鉛電池 2 種を使用した。電池の温度を所定の温度に設定することは難しく、また多額の電力消費を伴うので、夏から冬にかけての気温変化を利用して長期間かけた測定を行つた。電池温度の測定は電池内部温度に近いと思われるターミナル温度を放射温度計で測定した。SOC の違いによる測定においては、充放電試験機による定電流放電 (5 時間率放電) にて SOC 値を変化させて測定した。測定に用いた機材は以下に示すとおりである。

#### ①放射温度計

放射温度計 AD-5619 (FLUKE)

温度測定範囲 : -38°C ~ +365°C

分解能 : 0.1°C

応答速度 : 1sec

精度 : ±2% または ±2°C の何れか大きい方の値

使用温度範囲 : 0°C ~ +50°C

#### ②内部抵抗計

バッテリーテスター BT3554 (日置電機株式会社)

最大入力電圧 : DC ± 60V

電圧測定確度 : 分解能 10mV

抵抗測定確度 : 分解能 1  $\mu\Omega$

使用温湿度範囲 : 0 °C ~ 40 °C 80% 以下

適合規格 : 安全性 EN61010, EMCEN61326

#### ③充放電試験機

株式会社 NDK

定電流放電 電最大電圧 : DC30V

最大電流 : DC1A ~ 40A

放電電流制度 : 100mA P-P

使用温度 : -10°C ~ 40°C

#### ④供試鉛電池

A : 55B19L 32Ah SOH 61%

B : 40B19L 28Ah SOH 47%

### 3.1. バッテリー温度による内部抵抗

電池の内部抵抗に及ぼすバッテリー温度の影響を調べるために、上記の2種の電池について、2020年8月から12月にかけて9回の測定を行った。測定期間中は、電池の充電は行っていない。測定結果は図2に示すように、電池Aは電池温度36°Cで内部抵抗7.53mΩであったが、温度低下に反比例する形で内部抵抗が増加し、電池温度13.4°Cでは、内部抵抗8.47mΩと12.5%増加した。1°C温度低下すると内部抵抗は0.55%増加した。また、図3に示す電池Bでは、電池温度36°Cで内部抵抗10.33mΩであったが、温度低下に反比例する形で内部抵抗が増加し、電池温度13.4°Cでは、内部抵抗12.53mΩと21.3%増加した。1°C温度低下すると内部抵抗は0.94%増加した。

電池の容量は、温度25°Cでの値を基準としているので、SOHの判定には25°Cでの推定値を求める必要がある。

電池Aと電池Bを比較すると、電池Bが電池Aに比べて温度に対する内部抵抗の変化率が大きくなっている。測定対象の電池の容量やSOHが異なる為その要因が、電池の個体差、容量、SOHの何に起因するかは本計測結果からは推定出来ないが、電池温度にほぼ反比例することは分かった。

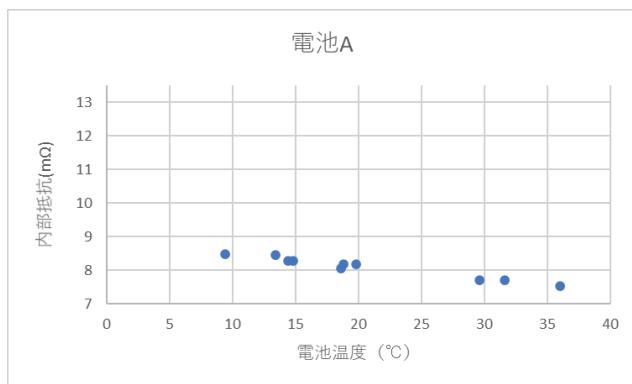


図2 電池Aの温度変化に対する内部抵抗値

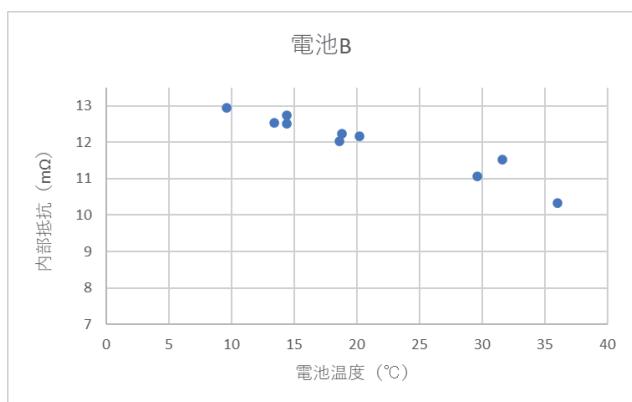


図3 電池Aの温度変化に対する内部抵抗値

### 3.2. SOCによる内部抵抗の変化

SOCによる内部抵抗を測定するため、満充電状態から1C

放電によりSOCを変化させた時の内部抵抗を測定した。電池Aにおいては5時間率容量32Ahで有るので放電電流を6.4Aとし、電池Bについては5時間率容量28Ahであるので放電電流を5.6Ahとした。測定期は30分程度開路状態を保ち安定化した後に内部抵抗を測定した。測定期のバッテリー温度は、A,B何れも13°Cであった。

その結果、電池AはSOC100%において8.49mΩであったがSOC60%まで放電させると11.93mΩまで増加した。電池Bは、SOC100%において11.97mΩであったがSOC60%まで放電させると28.52mΩまで大幅に増加した。SOCが40%低下すると、電池Aの内部抵抗は40.5%増加しSOC1%の低下に対し1.01%内部抵抗が増加した事になり、電池Bの内部抵抗は138.3%増加しSOC1%の低下に対し3.46%内部抵抗が増加した事になる。

特に劣化が進行しているSOH47%の電池BではSOCの低下に伴って急激に内部抵抗が増加することが分かった。A,B何れの電池もSOCの低下に伴い2次曲線的に内部抵抗が増加することも分かった。

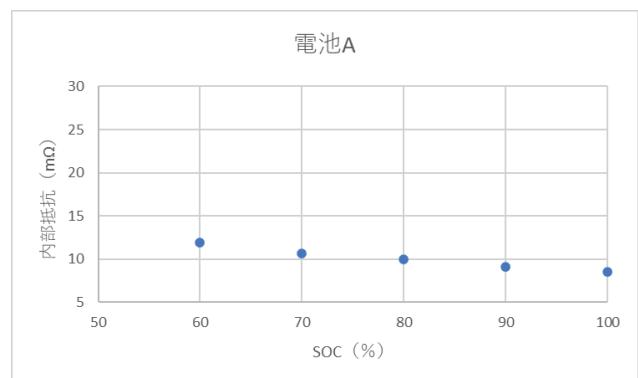


図4 電池AのSOCの変化に対する内部抵抗値

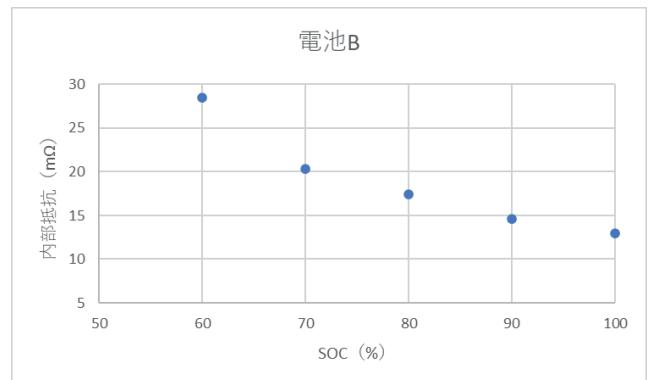


図5 電池BのSOCの変化に対する内部抵抗値

### 4. あとがき

本研究は、電池の劣化診断として用いられる電池の内部抵抗の測定について、測定期上注意すべき事柄について検討すべく、手始めとして行ったものである。特に考えられた項目と

しては、バッテリー温度、SOC、SOHにより内部抵抗が変化することであった。バッテリーの内部抵抗は、バッテリー温度やSOCに影響されることはバッテリーの等価回路から想定出来た事ではあるが、SOHの低下によりより大きく影響されることが分かった。劣化バッテリーの判定を瞬時に行う為の手段が如何に難しいかについても理解が深められた次第である。劣化バッテリーの判定をより精度よく測定するには、SOC100%での内部抵抗測定が劣化度の影響を受けにくい方法と思われる。

内部抵抗の電池温度に対する影響については、比例定数を如何に導き出すかが今後の課題である。

今回の実験により、電池の内部抵抗が諸条件に如何程の影響を受けるのかは判明したが、今回の実験では電池の初期データを得ることが出来なかつた為、電池評価の基準である25°Cでの内部抵抗推定値を求めるには至らなかつた。

今回の実験に用いた鉛電池は、手元に有つた2個の劣化電池であったが、今後の実験においては初期データを得るため新品電池を複数個使用して、電池の劣化に伴つた計測データを得たいと考えている。

#### 参考文献

- (1) 制御弁式鉛電池の内部抵抗を正確に測つて頂くために：  
(一社) 電池工業会, IPS/TS-006a
- (2) 森本雅之：電気自動車，森北出版株式会社，2009年，第1版，P65～p68

# 実習授業におけるテレビモニタとカメラを用いた作業説明

徳島工業短期大学 東條 賢二, 花野 裕二

KEY WORDS: 実習, 教育, 自動車短期大学, 3密

## 1. まえがき

自動車整備教育において、自動車整備実習は基本作業を習得する上で重要な授業である。その中でも、作業手順や測定手順、測定方法は最も重要な内容であると言っても過言ではない。実際の実習授業において、これらの手順や注意事項の説明は、プロジェクト等でスクリーンに投影させたスライド等を用いて静止画を主体に行われていることが多い。また、实物を用いた説明においては、学生を集合させ講師が実際に作業を行い説明している。しかし、1グループ 16~20 人のため集合させると前と後ろの学生によっては見える距離が違うため細部まで見えない場合がある。また手元の作業説明が困難であるため、同じ作業説明を各班の作業台で行う必要があるため効率が悪い。

そこでビデオカメラとテレビモニタで手元の作業や比較的小さな部品等を映し、作業説明を行うことで授業の効率および学生の理解度の向上を図ることとする。

## 2. 使用機材

今回使用する機材の選定において、テレビモニタはなるべく大型のものが望ましいため 65 型とした。また、ビデオカメラは扱いやすく高画質のもの、そして今後 WEB 授業やメディア授業、作業動画等にも対応できるものが望ましいため 4K 対応のものとした。選定した機種は、テレビモニタは Hisense 製 65V 型テレビモニタ 65S6E、ビデオカメラは Panasonic 製 HC-VX2M とした。テレビモニタの外観と仕様を図 1 と表 1 に、デジタルビデオカメラ外観と仕様を図 2 と表 2 に示す。



図 1 テレビモニタ「Hisense 65S6E」

表 1 テレビモニタ「Hisense 65S6E」の仕様

画面サイズ	65V型
ディスプレイの種類	液晶
表示画素数	3840 x 2160 (ピクセル)
画面寸法	142.8 x 80.4 (cm)
寸法 (幅 x 高 x 奥行)	144.6 x 83.3 x 7.6 (cm)
質量	27.2 Kg



図 2 デジタルビデオカメラ「Panasonic HC-VX2M」

表 2 デジタルビデオカメラ「Panasonic HC-VX2M」の仕様

撮像素子		1/2.5 型 MOS 固体撮像素子
有効 画素数	動画時	4K: 829 万 / FHD: 617 万
	静止画 時	829 万
最短撮像距離		約 10cm
ズーム	通常	: 32 倍 (4K) : 48 倍 (FHD)
	光学ズーム	: 24 倍
	デジタルズーム	: 70 倍
外形寸法		幅 68 x 高さ 77 x 奥行 142 (mm)
質量		473g

### 3. 実施方法

今回実施する実習は1年生のシャシ実習IIとした。実習内容は、オートマチックトランスミッションの構造・作動、オートマチックトランスミッションの分解・構造研究・組付、ディファレンシャルの分解・構造研究・組付・調整である。この内容のいずれも、分解や組付けの手順や注意点、部品の位置や取り付いている方向や状態、調整時の測定機器の取り扱いや測定位置をビデオカメラの映像を直接テレビモニタで映し、学生は各班の作業台にて観てもらう形式とした。実際の実習風景を図3から図6に示す。



図3 シャシ実習IIの実習(1)



図4 シャシ実習IIの実習(2)



図5 シャシ実習IIの実習(3)



図6 シャシ実習IIの実習(4)

### 4. 考察

この実習終了時に受講者全員を対象にアンケートを実施し、今回の実習の評価を行った。

アンケートの内容は、

1. テレビモニタの画像は見やすかったですか
2. 作業説明や注意事項は分かりやすかったですか
3. 大型テレビモニタ及びカメラを用いた実習作業や注意事項の説明は、他の実習でも採用した方がいいと思いますか
4. その他、意見や要望があれば自由に記入してください

の4項目として、質問1から質問3は、思う、やや思う、あまり思わない、思わない、の選択肢からひとつだけ選択することとした。

アンケートの集計結果は、

有効回答数 59

1. テレビモニタの画像は見やすかったですか

思う	50
やや思う	9
あまり思わない	0
思わない	0

2. 作業説明や注意事項は分かりやすかったですか

思う	48
やや思う	11
あまり思わない	0
思わない	0

3. 大型テレビモニタ及びカメラを用いた実習作業や注意事項の説明は、他の実習でも採用した方がいいと思いますか

思う	48
やや思う	9
あまり思わない	1
思わない	1

4. その他、意見や要望があれば自由に記入してください

- 細かい所がよく見えてよかったです
- カメラの画質がきれいすぎた
- モニタが見やすかったです
- 暗い画面だと見にくかったり、先生が慣れていない感じなのが新鮮でおもしろかったです
- 実物を使用してくれたため理解しやすい
- 小さい部品もズームできるので見やすいと思った
- 小さくてわかりにくい部分や見えにくい部分も見えやすくイメージしやすかったです
- ひとつひとつの工程でカメラの説明があったのがよかったです
- 班に1個ずつモニタが欲しい
- いつも見えない人がいるのですごく分かりやすかったです
- 先生がどこのことについているのか画面で見えて分かりやすかったです
- 電気代や容量がすごそう

- モニタ越しなので拡大したときに分かりにくかったです
- 細かい所は見やすかったけれど大きく動いたら酔いそうになった

以上のとおりである。

テレビモニタの画像のみやすさや作業説明や注意事項の分かりやすさは、全員がほぼ満足であるとの回答であった。また、他の実習でも採用した方がいいとの回答は 96% であった。この結果より、受講者全員がほぼ満足しているとの結果となつた。

## 5. まとめ

今回の実習手法は、アンケート結果から概ね良好な結果となった。そのため、実習の理解度や効率の向上には有効な手法であり、他の実習でも有効であると考える。

今後は、本学全ての実習授業にテレビモニタとビデオカメラを採用し、学生の満足度の向上に貢献することを目標とする。また、作業動画を撮影しウェブから学生が閲覧し実習の予習や復習等にも役立てることや、状況によりメディア授業やウェブ授業等にも対応できると考えている。

# オルタネータ制御回路の動作視認装置の製作 Ver II

## 一ステージにおける動作の状況一

徳島工業短期大学 岩瀬 一裕

**KEY WORDS:** オルタネータ, IC 式ボルテージ・レギュレータ, 調整電圧, シーケンス制御, 教材

### 1. はじめに

自動車電気装置の充電装置におけるオルタネータ制御回路の動作が理解できる装置の製作については、本学の紀要第22刊で報告済であるが、今回手動操作により各ステージの動作状況が視認できるよう改良し、さらに異常時の動作状況が理解できるステージを追加した。併せて動作状況とともに報告する。

オルタネータ制御回路は、二級自動車整備士国家試験に毎年のように出題されており、条件下における IC レギュレータや各素子の動作、電流の流れなどが問われている。

制御回路における動作は、並行して起こるので回路図だけでは理解しにくいことがある。そこで、オルタネータ制御回路の動作を動作条件のもとにステージに区分し、各ステージにおいて動作がどのように展開されるか、また回路には電流がどのように流れ、端子の電圧状況はどのような状態になるのかなど、視覚的に理解できるようにしたものである。

前回の段階的な動作場面は、タイマにより状態を保持して各ステージの動作状況が理解できるようにしたもので、各ステージの時間は任意に設定できるが、あらかじめタイマで設定する必要がある。マクロ的な時間感覚でシーケンス制御動作が確認できる装置である。しかし、ステージによっては十分に時間をかけて説明する必要がある。そこで、スイッチ操作により、ステージの切り替えと指導者側で任意の時間、停止状態にできる装置に改良した。

さらに、バッテリとオルタネータとの接続が外れた時のフェイルセーフの動作状況が理解できるステージを追加した。

なお、文中には、正しくは電位と表現すべき箇所があるが、アースとの電位差と捉え、また全体的に統一した表記とするため、電圧で統一して表現している。

以下、前回と重複する箇所も含め報告する。

### 2. オルタネータ制御回路の構成

オルタネータ制御回路は、自動車整備士養成課程の教科書から引用した。図1がその制御回路である。図2が装置のパネル部で前回と同じである。図3が内部の器具や配線部である。図4がステージを切り替えるスイッチ装置である。

使用した電気材料は、電磁繼電器、LED、タイマ、ランプ、トグルスイッチ、ダイオード、抵抗、端子台等である。

オルタネータ制御回路の動作は、有接点によるシーケンス

制御により行っている。

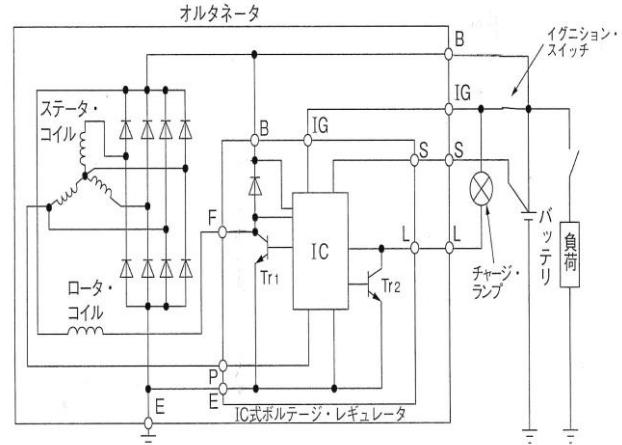


図1 オルタネータ制御回路

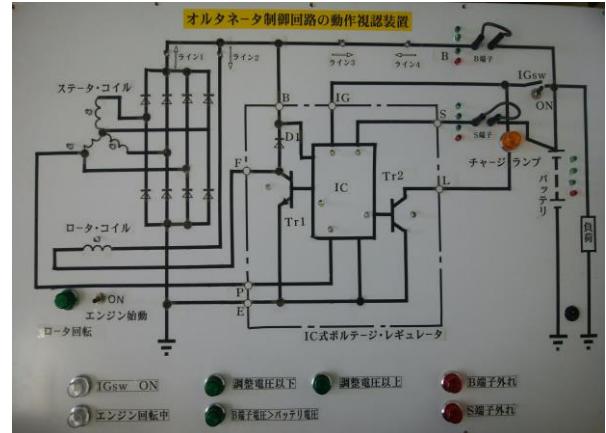


図2 装置のパネル部

パネルにトグルSWを取り付け、イグニションSWのオン、またエンジン始動が操作できるようにした。トランジスタのオン・オフの動作状態はLEDの点灯・消灯により分かるようになっている。IC内の入出力端子のIG, S, P, Tr1, Tr2の情報は、各LEDの点灯・消灯により示す。点灯時は、Highの状態を表す。

ロータ・コイルに流れるフィールド電流、ステータ・コイルに発生する電圧の状況は、各LEDの点灯状況で表示する。

制御回路の主たる回路（ライン1からライン4）の電流のオン・オフ及び流れる向きはLEDの点灯により表示する。

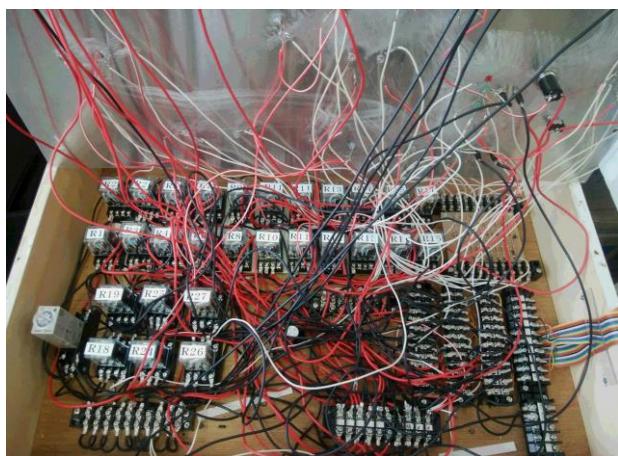


図3 装置の内部



図4 ステージ切替装置

ライン1は、ステータ・コイルの発電による電流がダイオードにより整流され流れ出すラインである。ライン2はロータ・コイルの励磁電流としてTr1のコレクタ電流となるラインで、ライン3はバッテリに充電するラインである。ライン4はライン3と同じラインであるが電流の流れる向きが反対で、バッテリからロータ・コイルに流れるラインである。

ロータの回転状態は緑ランプを使用し、ロータの低速回転時は暗い点灯状況で、高速回転時は通常の点灯状況に切り替えて表示する。

B端子、S端子の電圧の状態、及びバッテリの充電状態について、レベル1からレベル3の緑色のLEDの点灯で表示する。

また、パネルの下方には、オルタネータ制御回路の動作を区分に分け、現在どの区分の動作状況にあるかが、ランプの点灯状況により表示する。「IG イグニション SW ON」、

「エンジン回転中」、「調整電圧以下」、「B端子電圧>バッテリ電圧」、「調整電圧以上」の5区分に分けている。

さらに、S端子、B端子が外れた場合、「S端子外れ」、「B端子外れ」のランプが点灯する。パネルには端子間をコネクタで接続し、取り外すことにより異常が発生できるようにしている。

初期状態と異常発生時には、チャージランプが点灯する。

### 3. オルタネータ制御回路の動作

ステージにおける動作状態と主な表示ランプとLEDの動作状況をまとめたものが表1である。

#### 3.1. 正常時の動作

##### (1) ステージ1

- IGSWをオン（初期状態の点灯）

初期状態として、IC内IG端子のLED及びB端子、S端子、バッテリ端子のバッテリ充電状態を示すレベル1のLEDが点灯する。

IC内のIG端子にバッテリ電圧がかかるので、IC内ではIG端子を検出してTr1をオンにするが、バッテリ放電電流を少なくするため間欠的にオン・オフ動作を繰り返す。

ロータ・コイルにはライン2、ライン4を経由してバッテリからのフィールド電流が間欠的に流れる。

このときエンジンは始動していないので発電は行われない。

オン・オフの時間はタイマにより設定できる。

- SW1をオン（チャージランプ点灯）

IC内では、P端子の電圧0Vを検出して、Tr2をオンにしてチャージランプが点灯する。

##### (2) ステージ2

- エンジン始動SWをオン（エンジン低速回転）

エンジンが始動するとエンジン回転中のランプが点灯する。ロータは低速運転を開始する。

ロータ回転を示す緑ランプはぼんやりと点灯し低速回転状態を示す。

ステータ・コイルには間欠的に電圧が発生し、ライン1に電流が流れる。

調整電圧以下のランプが点灯する。

IC内のP端子のLEDが点灯する。

- SW2をオン（連続発電に移行）

IC内では、P端子の電圧の上昇を検出してTr1は間欠的なオン・オフ動作から連続オン動作になる。

ロータ・コイルには電流が連続的に流れ、ステータ・コイルは連続発電する。

ライン1、ライン2、ライン4のLEDは連続点灯する。

##### (3) ステージ3

- SW3をオン（チャージランプ消灯）

IC内では、P端子の電圧を検出してTr2をオフにする。チャージランプは消灯する。

ス テ ー ジ	動作・状態	変化・状態	Tr1	Tr2	ライン1	ライン2	ライン3	ライン4	ステータ コイル	B端子	S端子	バッテリ 端子
			ロータ コイル	チャージ ランプ	(ステータ)	(ロータ)	(ステータ バッテリ)	(ステータ バッテリ)				
1	IGSW をオン	初期状態点灯								L1点灯	L1点灯	L1点灯
		Tr1をオン・オフ動作	間欠		間欠		間欠					
2	SW1をオン	P端子のOvをチェック										
		Tr2.チャージランプを点灯		点灯								
3	エンジンSWをオン	ロータを低速回転										
		ステータランプを間欠点灯			間欠				間欠			
4	SW2をオン	Tr1が連続オン動作	点灯		点灯		点灯					
		ステータランプを点灯			点灯				点灯			
5	SW3をオン	P端子の電圧発生をチェック										
		チャージランプを消灯		消灯								
6	SW4をオン	ロータを高速回転										
		B端子LEDL2を点灯								L2点灯		
7	SW5をオン	バッテリに充電開始					点灯	消灯				
		S端子LEDL2を点灯								L2点灯	L2点灯	
8	SW6をオン	B端子LEDL3を点灯								L3点灯		
		S端子LEDL3を点灯								L3点灯	K3点灯	
9	SW7をオン	IC内S端子LEDを点灯										
		調整電圧以上に										
10	SW8をオン	Tr1を消灯	消灯		消灯	消灯	消灯		消灯			
		Tr2を消灯									L3消灯	
11	SW9をオン	調整電圧以下に										
		Tr1を点灯		点灯	点灯	点灯	点灯		点灯			
12	SW10をオン	調整電圧以上に										
		Tr2を点灯									L3点灯	
13	SW11をオン	IC内S端子LEDを点灯										
		調整電圧以下に										
14	SW12をオン	Tr1を消灯										
		Tr2を点灯									L3消灯	L3消灯
15	SW13をオン	調整電圧以上に										
		Tr1を点灯		点灯	点灯	点灯	点灯		点灯			
16	SW14をオン	IC内S端子LEDを点灯										
		調整電圧以下に										
17	SW15をオン	Tr1をオフにする										
		OFFにする										
18	SW16をオン	S端子外れランプを点灯	点灯		点灯	点灯	点灯		点灯		L1,L2消灯	
		チャージランプを点灯			点灯							
19	SW17をオン	フェイルセーフ①										
20	SW18をオン	T端子外れランプを点灯	点灯		点灯	点灯	消灯		点灯			
		S端子LEDL2を消灯									L2消灯	L2消灯
21	SW19をオン	チャージランプを点灯			点灯							
		フェイルセーフ②										
22	SW20をオン											

表1 ステージでの動作状況

#### (4) ステージ 4

- SW4 をオン (エンジン高速回転)

ロータの高速回転とともにステータ・コイルに発生する電圧は上昇するが、発生電圧は低いのでバッテリへの充電電流にならずロータ・コイルの励磁電流になる。

ロータ回転を示す緑ランプは明るく点灯し、高速回転状態を示す。

#### (5) ステージ 5

- SW5 をオン (バッテリ充電開始)

ステータ・コイルに発生する電圧の上昇とともにB端子の電圧が上昇し電圧レベル2のLEDが点灯する。

B端子の電圧がバッテリ電圧を超えバッテリへの充電が開始する。

ライン4のLEDは消灯、ライン3のLEDが点灯する。

#### (6) ステージ 6

- SW6 をオン (バッテリ電圧上昇①)

バッテリへの充電が進みバッテリ端子、S端子の電圧レベル2のLEDが点灯する。

#### (7) ステージ 7

- SW7 をオン (発生電圧上昇)

発生電圧はさらに高くなり、B端子の電圧レベル3のLEDが点灯する。

#### (8) ステージ 8

- SW8 をオン (バッテリ電圧上昇②)

バッテリへの充電がさらに進み、バッテリ端子、S端子の電圧レベル3のLEDが点灯する。

#### (9) ステージ 9

- SW9 をオン (バッテリ調整電圧超え①)

バッテリが十分に充電されると、S端子の電圧が調整電圧を超える、IC内のS端子のLEDが点灯する。

#### (10) ステージ 10

- SW10 をオン (バッテリ調整電圧超え②)

調整電圧以下のランプが消灯し、調整電圧以上のランプが点灯する。

#### (11) ステージ 11

- SW11 をオン (バッテリ調整電圧超え③)

IC内では、S端子を検出してTr1をオフにする。

ロータ・コイルにはフィールド電流が流れなくなりステータ・コイルは発電しない。

ライン1、2、3のLEDは消灯する。

#### (12) ステージ 12

- SW12 をオン (B端子電圧低下)

発生電圧がなくなりB端子の電圧が低下し、電圧レベル3のLEDが消灯する。

### (13) ステージ 13

- ・SW13 をオン (バッテリ調整電圧以下に)

バッテリへの充電がされず、バッテリ電圧が調整電圧以下になり、IC 内の S 端子の LED が消灯する。

調整電圧以下のランプが点灯し、調整電圧以上のランプが消灯する

### (14) ステージ 14

- ・SW14 をオン (バッテリ電圧値低下)

バッテリの電圧が低下し S 端子、バッテリ端子の電圧レベル 3 の LED が消灯する。

### (15) ステージ 15

- ・SW15 をオン (発電再開)

IC 内では、調整電圧以下となった S 端子を検出して Tr1 をオンにしてロータ・コイルにフィールド電流を流す。

ステータ・コイルは発電を再開し、ライン 1, 2, 3 の LED は点灯する。

ステージ 6 の状態に戻る。

ステージ 6 からステージ 15 の動作が繰り返される。

## 3. 2 異常時の動作

S 端子のコネクタが外れた時のフェイルセーフ

### (1) ステージ 16

- ・S 端子のコネクタを外す (S 端子異常表示)

S 端子が開放状態になると、S 端子外れのランプが点灯する。

S 端子の電圧レベルの 1 と 2 の LED が消灯する。

- ・SW16 をオン (チャージランプ点灯・異常表示)

IC 内では、S 端子からの入力がなくなるので、異常を検出し Tr2 をオンにする。

チャージランプが点灯し、異常を表示する。

### (2) ステージ 17

- ・SW17 をオン (フェイルセーフ①)

IC 内では、B 端子の電圧が調整電圧以下になるように Tr1 をオン・オフ動作させて、B 端子の電圧の異常な上昇を防止する。

B 端子のコネクタが外れた時のフェイルセーフ

### (3) ステージ 18

- ・B 端子のコネクタを外す (B 端子異常表示)

B 端子が開放状態になると B 端子外れのランプが点灯する。

ライン 3 の LED が消灯する。

- ・SW18 をオン (バッテリ電圧低下)

バッテリへの充電が行われなくなるので、バッテリ電圧と S 端子電圧の電圧レベル 2 の LED が消灯する。

### (4) ステージ 19

- ・SW19 をオン (チャージランプ点灯・異常表示)

ステータ・コイルに発生する電圧が上昇し、IC 内では、B 端子と S 端子の電圧を検出する。

B 端子の電圧と S 端子との電圧差が規定値以上高くなると異常として検出し Tr2 をオンにする。

チャージランプが点灯し、異常を表示する。

### (5) ステージ 20

- ・SW20 をオン (フェイルセーフ②)

B 端子の電圧を調整電圧より高めになるよう Tr1 をオン動作にする。

## 4. あとがき

このオルタネータ制御回路の装置は、スイッチの操作によりステージにおける動作を止めてその状態を保持させることにより、回路の動作状況を理解しやすくするものである。自動車電気装置 I の授業時に使用するとともに自学自習の教材として利用できるようにしている。

以前は、ボルテージ・レギュレータにツエナ・ダイオードの特性を使用した回路が使用されており、電気的に動作するもので電流の流れなどが理解しやすかったと考える。

最近は、IC 式のボルテージ・レギュレータを使用した回路が使用され、IC 内はブラック・ボックス的な存在で、プログラムがどのように処理されているのかが不明である。国家試験での問題は、この IC 内を含めた動作を問うのが多くなってきてるので、この装置の活用により IC 内の動作などの理解の手助けになるとを考えている。

## 参 考 文 献

- (1)二級ガソリン自動車 エンジン編 一般社団法人 日本自動車整備振興会連合会 (参照 pp. 91-93)
- (2)自動車整備士二級ガソリン 問題と解説 公論出版
- (3)岩瀬一裕「オルタネータ制御回路の動作視認装置の製作」徳島工業短期大学紀要第 22 刊 (参照 pp. 1-4)

# 自動車シャシ可視化教材の試作

## リンク式サスペンション機構の基本動作学習法

徳島工業短期大学 花野 裕二, 東條 賢二

**KEY WORDS:** 工学教育, サスペンション, アライメント角変化, 学習理解度, 有効性, トー・コントロール

### 1. まえがき

自動車走行時には、速度および進行方向の変化に伴い、車体に働く慣性力により車体姿勢が変化する。この時、路面の凹凸によるサスペンションの上下運動によって車輪と車体の取り付け部は相対的に動くことから、車輪は車体と路面の両方に対してアライメント変化することとなる。特に旋回時には、タイヤに横力が入力されリンク機構を介してサスペンションにそれが入力される。また、路面から受ける前後方向および横方向の力は、リンク機構の軸方向に入力され、ロールに伴うト一角変化が生じることとなる。現状、多くの自動車がこのト一角変化（以後、トー・コントロール機構と称す）を巧みに利用することで、走行安定性や旋回性を向上させている。このような、トー・コントロール機構によるト一角変化代は微妙であり、サスペンション形式によても変化が異なるなど、自動車の運動特性に合わせて最適になるよう設定されている。

しかし、上述した機構に関するシャシ学習状況を見た場合、この機能を理解できた学生は非常に少なく、役割的には概ね理解しているが、その動作を連想するとなると難しいように見受けられる。学生にとって、シャシ機構に関する概念や知識が十分に備わっていないなどの課題はあるにせよ、結果的に理解や考察力が不十分なまま、学習自体が簡易に済まされることは技術者教育として大きな問題である。

著者は、シャシ学習のなかでも、受講学生に対して理論説明だけでは伝わり難いと考えられる、トー・コントロール機構を取り上げ、新たな学習教材および技能習得法について提案する。

本研究では、学生に対しこの機能に限定した理解度調査を実施し、調査より得られた新たな情報を基に、学習法の改善策として試作をおこなった教材について、その基本構成と動作確認および有効性について報告をおこなうものである。

### 2. 学生の理解度調査

はじめに、講義（基礎実習含む）によるアライメント学習を終えた本学2年生学生44名を対象に、学習理解度を把握するためアンケート調査を行った。

今回、基本的なアライメント角度名称を含め、様々なサスペンション機構の中でもパラレル・リンク式（以後、リンク式と称す）を取上げることとした。

アンケート調査では、車両の直進時及び旋回時等において、タイヤに働く横力とト一角変化の関連性を重視したものとし、現時点における受講学生の学習理解度と応用力を調査したものである。

なお、調査時には各設問項目について、学生自身が“第三者に対し標記各機構の動作について解説する”といった新たなスキルを踏まえたものとして実施した。

#### 2.1 理解度調査のための設問項目

アンケート設問項目は、下記(1)に示すA～Gの7項目とし、(2)に示す①～⑤の選択肢により集計をおこなった。

なお、設問別集計結果では、「①理解できる」と「②やや理解できる」を肯定回答として捉え集計し、考察をおこなった。

##### (1)アンケート設問項目

- A. 自動車に設定される、各種アライメント角度を示す位置と名前.
- B. リンク式サスペンションの構成.
- C. リンク配置の目的（2本リンク設定の目的）
- D. リンク配置変更による動作想定
- E. トー・コントロールに至る動作
- F. ロール時（旋回時）におけるト一角変化
- G. 故障時における原因（推定箇所）

##### (2)理解度選択項目.

- ①理解できる.
- ②やや理解できる.
- ③どちらとも言えない.
- ④あまり理解できない
- ⑤理解できない.

#### 2.2 理解度調査結果と課題

図1にアンケート調査結果を示す。

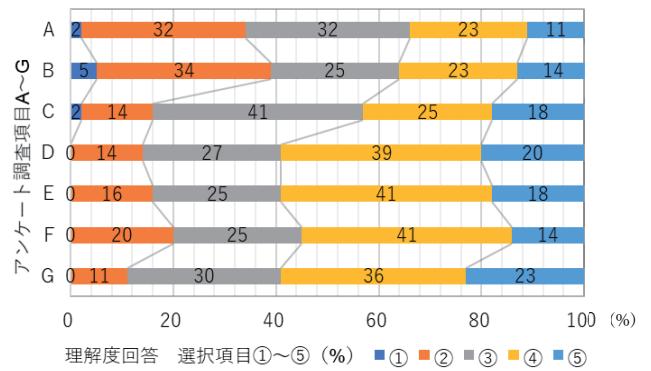


図1 アンケート調査結果

設問項目 A 及び B については、静止状態における基本的なアライメント角度名と設定場所についての調査である。

理解度選択肢の肯定回答では項目 A で 34%、項目 B では、リンク式サスペンション図を参照しての回答ではあったが、39% と思いのほか低い回答率であった。

次に、なぜ「2本リンクを取り付けているのか」といった問い合わせをしながらの回答となる。設問項目 C では、肯定回答が 16% と減少し、逆に、「どちらとも言えない」が 41% と増加、同じく、「あまり理解できない」と「理解できない」が 43% と増加している。

設問項目 D, E, F, D は、リンク式についての具体的な動作についての理解度を調査するものであるが、肯定意見の中でも「理解できる」と回答した学生が 0% と、全く理解できていないという事実を知った。

さらに、「あまり理解できない」及び「理解できない」と回答した学生が、全体の 50% ~ 60% と大幅に増加してきている。

調査結果の中でも、設問項目 D, E, F, D の回答で明らかのように、学生にとって走行時および旋回時におけるリンク機構の動きを想定し理解することは、簡単ではないことがわかる。

また、全ての調査項目において、第三者に対して解説することが可能か否かを設問条件としたこともあり、ある意味あらためて自分自身の理解度について、認識できたのではないかと推測する。

### 3. 理解度向上に向けた教材構想

#### 3.1 製作のねらい

自動車整備学習（講義）において、全般的に言えることはあるが、学習情報として画像を用いても読解力が弱い場合には、その構造自体についての理解度が半減することとなる。

したがって、基礎的な知識といつても動きが伴わない車両静止状態のみの知識となる傾向が強くなる。

言うまでもなく、アライメント教育では関連する機構が走行時にどのような働きをするのかを含め、全体的に応用力を働かすことが必要となる。教科書による記載内容解説だけで動的状態を想定するとなった場合、経験豊富な整備士はともかく、経験が十分に備わっていない学生側の視点では、当然のことながら、その動作全体を連想することは難しい。

また、学習時において指導者と学生間では同じ対象物を見た場合でも、経験や知識の相違により両者が異なる捉え方をするなど、上手く伝達できていないことなどが課題となってくる。

本教材製作のねらいは、教科書による講義だけでは理解に結び付けることが難しい機構動作を視覚的にイメージさせ、理解促進に結び付け講義との関連性を強めることにある。

#### 3.2 教材構成

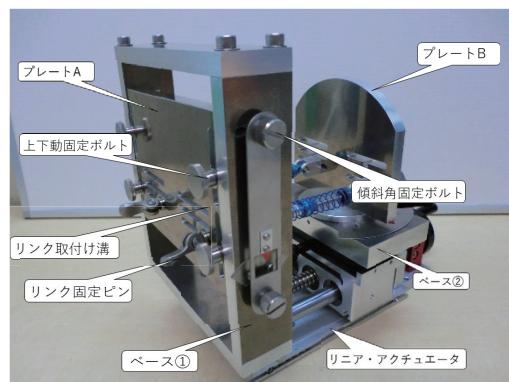
調査結果で理解度が最も低かったタイヤに働く横力とト一角変化の関連性をテーマとし、これらに関連する基本動作を重点に置いた教材とする。

したがって、トヨタ・コントロール機構については、本来車両走行時および旋回時といった動的な状況を如何にわかりやすくシミュレートさせるかが重要となる。以上のことから、本構成では実車両等に取り付けられている、駆動方式や走行装置などの複雑な関連機構は取り除きできる限りシンプルな教材構成とした。

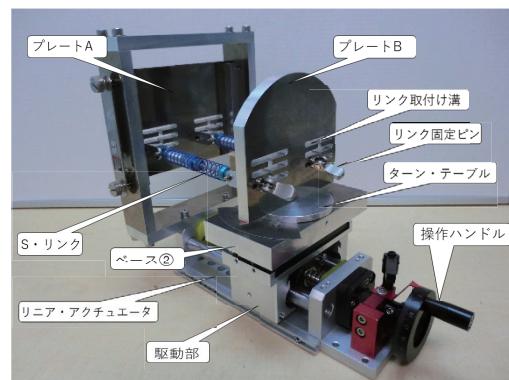
### 4. 教材製作

教材構成をもとに関連した機器類の取付けた教材の全体構成図を図 1 及び図 2 に示す。全体サイズは、持ち運びを考慮し、横幅 300mm × 縦幅 200mm 高さ 270mm と小型サイズとした。

基本ベースには、市販の小型リニア・アクチュエータを利用し駆動部を操作ハンドルにより移動させ図 1 に示すプレート A, B 間に負荷（以後、押付力と称す）を加える機構とした。図 1 に全体構成図を示す。



(a) プレート A 側からの構成図



(b) プレート B 側からの構成図

図 1 全体構成図

#### 1) 車体及び車輪想定用のプレート

全体構成図 2 の(1)及び(2)内に示すプレートは、自動車の車体側（プレート A）と車輪側（プレート B）を想定させる目

的より取付けたプレートとなる。

対面させたプレート A とプレート B 間には、2 本のリンクを挟む形とし、それぞれのリンクは各プレートに取付けたリンク固定ピンにより固定させた。なお、固定ピンは取外しが簡単に行える仕組みであり、プレート A とプレート B に刻まれた 6 か所の長穴を使用し、その範囲内で自在にリンク取付け位置を変更できる構造とした。

## 2) リンク構成

実車両におけるリンク取り付け部は、一般的にゴム・ブッシュを介して車輪側と車体側を連結している。

実車両と同じくゴム・ブッシュの使用が理想的といえるが、可視化を考慮した場合ゴム・ブッシュのわずかな撓についても、目視しにくいことが懸念される。

そこで、その対応策として模型用ショック・アブソーバを教材用リンクとして代用することとした。代用する模型用ショック・アブソーバについては、事前準備としてショック内のオイルは全て取り除き、本来の機能を無くした上で、あくまでもスプリング固定用シャフトとした働きを持たせるものとした。この改良を施した教材用リンクは、以後、S(ショック用)・リンクと称することとする。これにより、本来のゴム・ブッシュによる変形動作を S・リンクの伸縮動作とスプリングの撓みの両面から、大きく作動させわかりやすく目視できる機構とした。

また、前・後に設置した S・リンクで、異なるばね定数を持つリンク機構の場合では、押付力によりリンクにかかる配分力や動作も異なることとなる。この動作確認方法としては、ばね定数の異なるスプリングを準備し、このスプリングを組込んだ二種類の S・リンクを準備することとした。S・リンクに取付けたスプリングは、S・リンク (1) はばね定数 0.35N/mm、S・リンク (2) をばね定数 0.35N/mm とした二種類の設定とした。図 2 にばね定数の異なるスプリングを組付けた S・リンク (1) 及び (2) を示す。



図 2 S・リンクのばね定数設定

## 3) ターン・テーブル取付け

図 3 にリンク配置と横力の関連図を示す。旋回時に働く横力とリンク位置の関連性を示すものであるが、リンク配置が  $\ell_1 = \ell_2$  である場合、横力によりリンクにかかる F1 及び F2 に反力差はない、両リンクはバランスされることとなる。

従って、リンク取付け位置で、 $\ell_1 > \ell_2$  又は、 $\ell_1 < \ell_2$  の場合や、S・リンクの撓み力に違いがある場合に至っては、F1

及び F2 に異なった反力が生じこととなり、結果的にト一角変化を起こすこととなる。

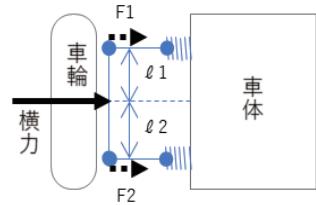


図 3 リンク配置 ( $\ell_1 = \ell_2$ ) と横力の関連

このト一角変化を上手く目視させる手段として、ターン・テーブルを設けることとした。取付け箇所はベース②とプレート B の間とし、ベース②の中心部にポール・ベアリングを挿入し、このベアリングを介して上部にターンテーブル及び角度表示計を取付ける。図 4 にターン・テーブル及び角度表示計を示す。

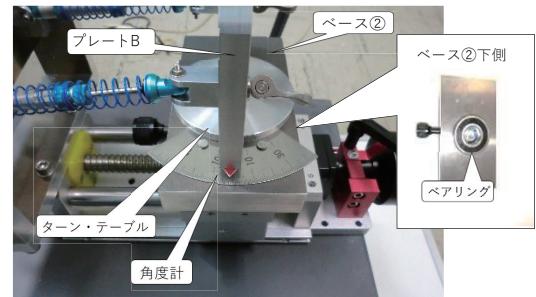


図 4 ターン・テーブル及び角度表示計

## 5. 試作教材の動作確認

試作教材の動作確認として、S・リンクの各種配置とそれに伴う作動について以下に示す方法で試験を行った。なお、本試作教材は自動車走行時を想定したものではなく、あくまでも S・リンク配置とト一角変化についての関連について動作確認を行うものである。

本装置における押付力とは操作ハンドルにより、駆動部を車体側に押付けた時の長さに置き換えるものとするため、動作確認では、押付長さ 8mm 每 (8mm, 16mm, 24mm, 32mm) について行った。

### 1) 基本動作試験

基本動作試験は、備え付けた 2 本の S・リンクのばね定数を同じとし、プレート B を押し付けた時のプレート B の角度変化確認を行ったものである。S・リンクの配置については、設定 I ~ 設定 III と分類し実施した。

#### a) 設定 I

設定 I は、プレート B の中心より均等な位置 [ $\ell_1 = \ell_2$ ] に S・リンクを配置し、操作ハンドルにより規定の押付長さを変化させた動作確認となる。

図 5、図 6 より、(a) 8mm から (d) 32mm の押付長さに対して、

(c) 24mm 地点で S・リンクの引っ掛かりが見られ、ターン・テーブルの動きと共に他の地点より  $0.5^\circ$  の角度差が見られたが、それ以上の問題ではなく押付長さの変化に対してト一角を変動させず維持していることが分る。

図 5 に設定 I 作動図を示す。図 6 に、設定 I : 押付長さとト一角の変化を示す。

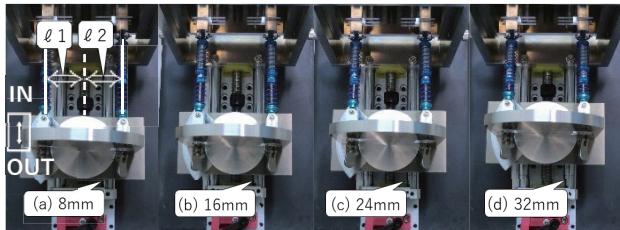


図 5 設定 I ト一角作動図 [ $\ell_1 = \ell_2$ ]

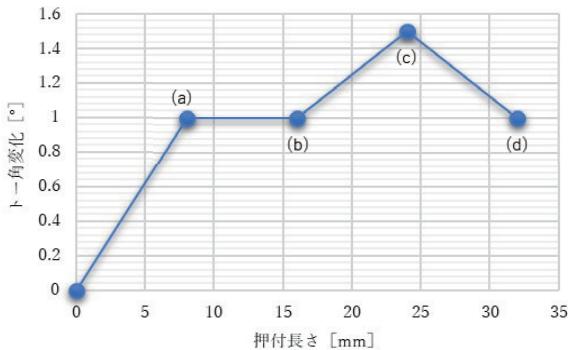


図 6 設定 I : 押付長さとト一角の変化 [ $\ell_1 = \ell_2$ ]

## b) 設定 II 及び設定 III

設定 II 及び設定 III は、設定 I の状態から一方の S・リンク取付け位置を変更させ  $\ell_1$  及び  $\ell_2$  を非対称長さとなるようを配置させた動作確認となる。

設定 II では、S・リンクの取付け位置を [ $\ell_1 < \ell_2$ ] とし、設定 III では [ $\ell_1 > \ell_2$ ] としたものである。図 7 に設定 II によるト一角作動図、図 8 に設定 III によるト一角作動図を示す。

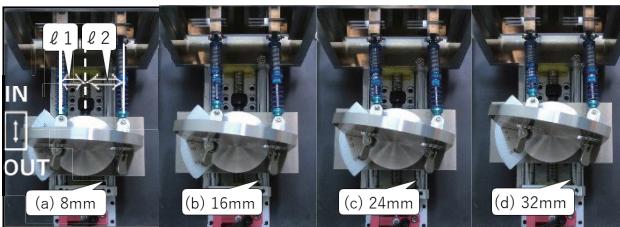


図 7 設定 II ト一角作動図 [ $\ell_1 < \ell_2$ ]

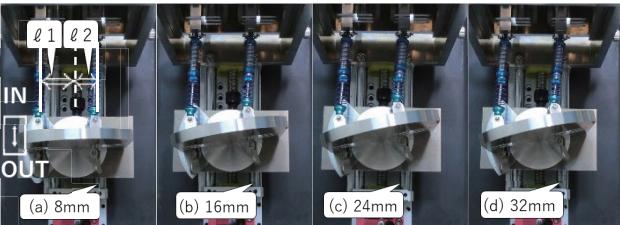


図 8 設定 III ト一角作動図 [ $\ell_1 > \ell_2$ ]

図 7 及び、図 8 のト一角作動図に示されるように、2 本の S リンクのバネ定数が同じとした場合であっても、中心位置からの取付けオフセットが関係することで、双方の S リンクには分担された反力が発生し、ト一角は相反する向きにスムーズに変化することが確認できた。

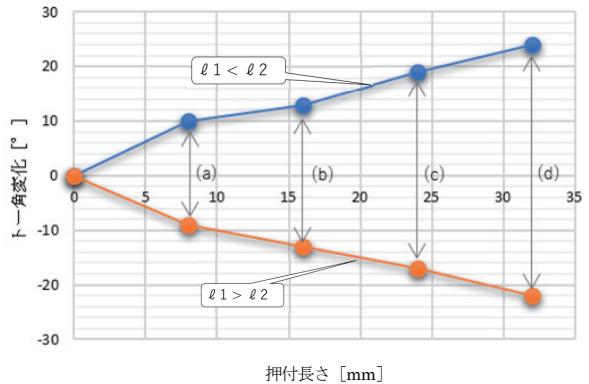


図 9 設定 II・設定 III：押付長さとト一角変化

## 2) 基本設定外による動作確認

これらは、実車両による設定とは異なるものであるが、あくまでも S・リンク配置とト一角の動きを考える上で、学生のイメージ力の向上させることを目的とし取入れた動作試験の一例である。

なお、設定 IV 及び設定 V の各作動図については、操作ハンドルによる操作前と操作後のト一角 (IN, OUT) 変化図のみを示すものとする。

### a) 設定 IV

設定 IV では、図 2 に示した異なるバネ定数を持つ S・リンク設定によるト一角変化を図 9 の(1), (2) に示す。

図 5 の設定と同様にリンク配置は  $\ell_1 = \ell_2$  とし、バネ定数のみを変更したもので、S・リンク (1) を  $0.35\text{N/mm}$ , S・リンク (2) を  $0.5\text{N/mm}$  と設定したものである。

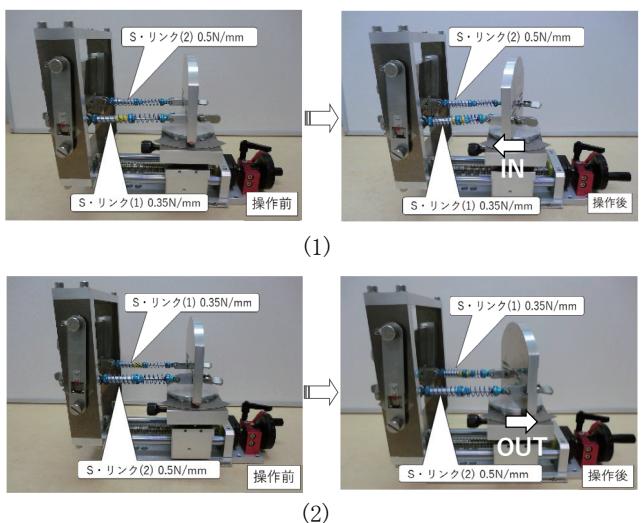


図 9 設定 IV : バネ定数の違いによるト一角変化

### b) 設定V

設定Vでは、両方のS・リンクのバネ定数を0.35N/mmとし、リンク配置は $\ell_1 = \ell_2$ とした設定で、プレートA側裏面に設けたリンク固定ピンの操作により、S・リンク(1)の取付け位置(高さ)のみを変更した例である。

図10に各プレート裏面のリンク位置操作部、図11に、S・リンク取付け位置変更によるト一角変化図を示す。

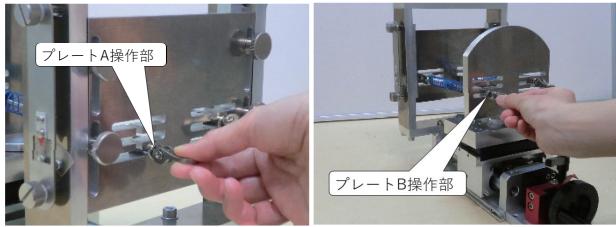


図10 プレートA,B裏面操作部

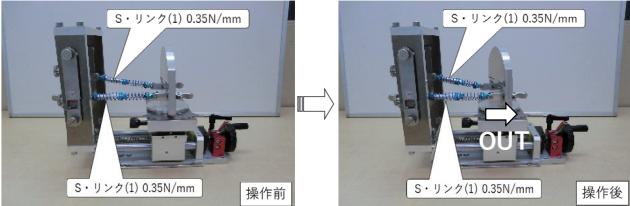


図11 S・リンク取付け位置とト一角変化

### 6. 動作試験検証と考察

授業日程の関係より、理解度調査アンケートに参加した学生全員による試験的な検証が困難であったことから、本試作装置の作動確認では、著者が担当するゼミ学生を対象とし試験的に学習実験をおこなうこととした。図13に学習実験状況を示す。



図13 学生操作による学習実験の様子

学習実験では、はじめに装置の概要説明をおこない、その後取り扱い操作方法を踏まえ体験学習を実施した。

基本動作設定Iについての検証では、図6に見られる微妙なト一角の変化が比較的多く見られた。中心軸に対しS・リンクを均等に配置しているものの、操作ハンドルによる押付長さの変更に伴い、部分的にS・リンクの引っ掛けがありがあつたこ

とや、ターン・テーブル下部のペアリングが敏感に反応していることが考えられた。しかし、作動状態においては想定通りのト一角変化を確認することができた。

設定II及び設定IIIについても、S・リンク定数及び取付け高さの設定により、想定内でスムーズなト一角の動きを確認することができた。

今回、教材製作のテーマの一つにコンパクトなサイズを掲げたが、コンパクトなサイズにこだわり構成部品がやや全般的に小さくなつたことがあげられる。試験的には大きな問題は無かつたが、S・リンクの微妙な動作については動画による学習法が必要である。

学習後、動作不良による原因究明を含め、正常な動きについて学生との学習会話が始まったこともあり、新たな教育方法の改善を効率的に進めるための一つの指針を得ることができたことは間違いない。

### 6.まとめ

本研究では、従来の学習方法に潜在する課題について吟味し、講義だけではイメージが難しい動作について、試験的ではあるが可視化教材を用いた学習方法について提案したものである。本装置による学習実験により、以下のような結論を得ることができた。

- 1) 指導者と学生間で共通の理解のもとでの学習が可能となり、機構の動作確認等で課題であった知識の相違による異なつた捉え方の減少が期待できる。
- 2) 試験的ではあったが、効率良く学習できる目途が立つことや、何よりも定められた講義時間での技能習得が可能となる期待は大きい。
- 3) 各学生が装置自体に興味を持って学習する姿が見て取れた。また学生各人が直接触れることにより、学習内容および目的について認知し、今までとは違う視点により興味を抱いている様子が見えた。
- 4) 基本的な動作にとらわれない大きく極端な動作を作ることで、より機構全体像を捉えることができ、理解度向上においては底上げが図れる教材となると考えられる。

### 5. おわりに

限定的な機構ではあるが、S・リンクの配置とト一角変動の関連性について可視化させることで、学生が興味を持ち前向きに学習する姿が印象深かった。

今後本装置を座学に取り入れることにより、教育効果は高まり効率的な学習態勢を実践できるものと期待できる。

しかしながら、機構的な面では、各部作動状態での数値的な表し方については部分的に改良の余地もあり、更なる工夫が必要となるが、今後の課題としたい。

今後も引き続き受講学生が意欲的に取り組める態勢作りを

おこない、如何に意欲・好奇心を引き出させ、効率よく学習指導が行えるのかを課題とした新たな教材構想計画を進めいく必要がある。

#### 参考文献

- 1) 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, p.1-2 (2009)
- 2) 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, p.11-12 (2010)
- 3) 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, p. 29-31 (2011)
- 4) 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) p.92 - p.96
- 5) 2 級自動車シャシ偏，日本自動車整備振興会  
p. 119 - p.127

# 特定整備（エーミング作業）の各メーカーの作業方法の違いについて

徳島工業短期大学 廣瀬 博文, 平野 一正, 福栄 堅治

**KEY WORDS:** 特定整備, エーミング

## 1. まえがき

近年、先進安全装置を装備した自動車が普及しており、それらの自動車が板金等の修理でフロント・バンパ及びフロントガラスを交換した場合、エーミング作業を行い、先進安全装置の校正作業を行う必要がある。しかし、その校正作業は統一されておらず、メーカーによって使用機材や測定方法が違うことが分かっている。今後、車検整備においてもこのエーミング作業が必須となる予定であると国土交通省からアナウンスされているが、上記の問題はその過渡期において課題の一つとなってくると思われる。

## 2. 本研究の目的

今回の研究では、学生と共にエーミング作業を学習して、各メーカーのエーミング作業の違いを調査してまとめることとした。そして今後の自動車整備士の育成に役立てたいと考えている。

## 3. 使用機材

エーミング作業を行う車両は衝突被害軽減ブレーキを装備している実習車を本学が「トヨタ」「スズキ」「ダイハツ」の3種類のメーカーの実習車を所有していたため、この3メーカーのエーミングの作業方法について比較することにした。（図1、図2、図3、表1、表2、表3）。



図1 トヨタ製「ヤリス」

表1 「ヤリス」の諸元

メーカー	トヨタ自動車株式会社
型式	5BA-KSP210
サイズ (D×W×H) mm	3940×1695×1500



図2 スズキ製「ワゴンR」

表2 「ワゴンR」の諸元

メーカー	スズキ株式会社
型式	DBA-MH34S
サイズ (D×W×H) mm	3395×1475×1640



図3 ダイハツ製「ムーブ」

表3 「ムーブ」の諸元

メーカー	ダイハツ工業株式会社
型式	DBA-LA100S
サイズ (D×W×H) mm	3395×1475×1620

次にエーミング作業に必要な外部診断機は日立製外部診断機「HDM-8000」を使用した（図4）。



図4 外部診断機「HDM-8000」

次にレーダーを反射するリフレクタだが整備マニュアルを調べたところ3メーカーとも違うリフレクタを使用していることがわかった、3種類のリフレクタを用意した（図5、図6、図7）。



図5 トヨタ車用「リフレクタ」

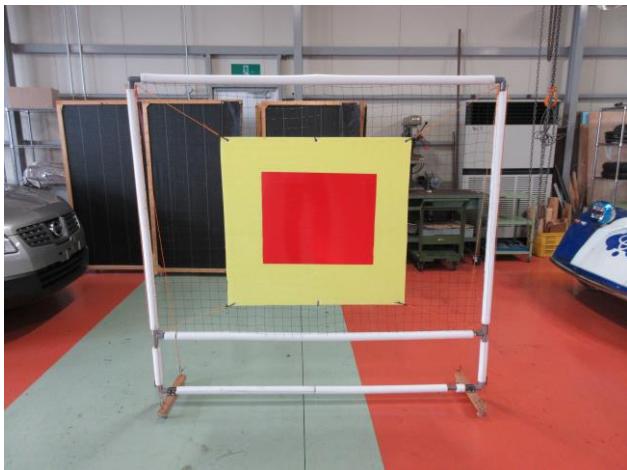


図6 スズキ車用「リフレクタ」（自作）

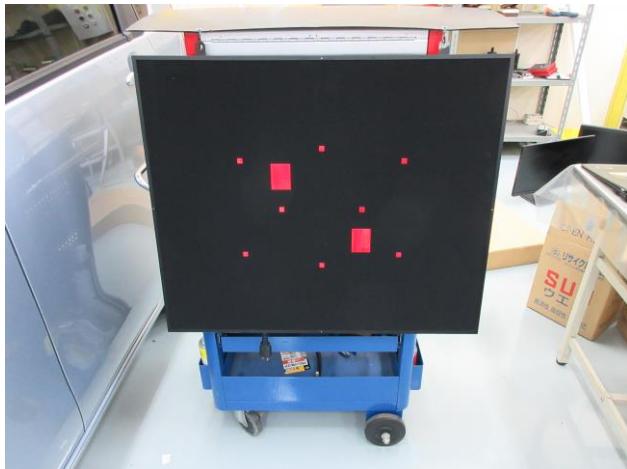


図7 ダイハツ車用「リフレクタ」

#### 4. 比較

まずはエーミング作業に必要な機材を比較していくが、前述したように外部診断機は3メーカーの実習車で共有する事ができたが、リフレクタはメーカー毎に指定があり3種類揃える必要があった。次にリフレクタを置く位置であるが、これもメーカー毎にバラバラであった。リフレクタは図8のように車両の前と後ろで中心を取り、そのA点とB点を基準にひもで車両中心線を出し、B点からひもに沿って規定の長さを図りC点を出すという手順であるが、B-C間の距離がメーカー毎に異なっていた（表4）。さらにダイハツ車ではレーダーの受信機が車両前面の中心ではないため助手席側に95mmのオフセットが必要となる。

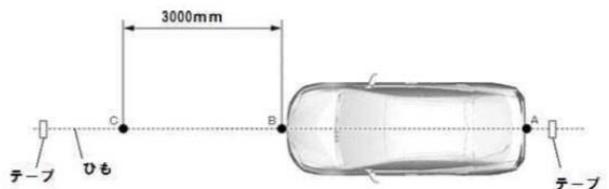


図8 リフレクタの設置の位置

表4 メーカー毎のB-C間の距離

メーカー	B-C間の距離
トヨタ	3m
スズキ	6m
ダイハツ	1.5m (※オフセットが必要)

#### 6. まとめ

比較の結果は予想どおりメーカー毎で必要なリフレクタが違っていた。しかし、リフレクタの設置する位置がバラバラであったのは予想外であった。特にトヨタとダイハツの電装品はDENSO社製が多く使われており、リフレクタも共有できるかと期待したが、リフレクタの設置位置まで違うのは驚きであった。またスズキ車で使われるリフレクタはSSTではなく自作のリフレクタであり、整備マニュアルに自作の方法が書かれていたのにも驚いた。

今後はこの研究で調べた結果を実習で生かし、今後の自動車整備士育成に活かしていきたいと思う。

#### 参考文献

- (1) トヨタ自動車株式会社：トヨタ「ヤリス」整備マニュアル（2021）
- (2) スズキ株式会社：スズキ「ワゴンR」整備マニュアル（2012）
- (3) ダイハツ工業株式会社：ダイハツ「ムーブ」整備マニュアル（2010）

# ベトナムからの留学生理解のための基礎知識（4）

## —ベトナム戦争の「戦後」—

徳島工業短期大学 近藤 孝造

KEY WORDS: ドイモイ、地域国家、普遍国家、ホー・チ・ミン思想

### 1. はじめに

ベトナム国民の平均年齢は31歳と言われており、49歳の日本と比べて東南アジアの他の国と同様にこれから成長が期待できる市場を持つ国である。

一方で、生産人口に対して国内産業の育成が遅れているために、若者は海外での労働や留学を経て現地での就職を希望し、ベトナム政府自身も国策として外国への労働「移民」を奨励している。翻って、本学に入学する留学生でここ数年間で最も多い国はベトナムであり、彼らとの円滑なコミュニケーションを図るうえで、彼らの国民性を築いた歴史への理解と共感が不可欠となる。

本稿は、ベトナム留学生理解のための基礎知識4部作の最終編として、ベトナム戦争勝利後の1975年ベトナム統一から現代まで45年間の歴史を振り返ることとする。本稿ではこれまでの紀要でも引用した古田元夫『ベトナムの世界史』、同『ベトナムの基礎理解』のほか新たに中野亜里編『ベトナム戦争の「戦後」』、和田春樹編『岩波講座東アジア近現代通史第9回』をテキストとして引用しながら、隨時他の研究者の論文や著者が調べたデータなどを加えて2000年初頭までのベトナム現代史を考察する。

### 2. カンボジア侵攻、中越戦争とベトナムの孤立化

1975年の抗米戦争終結後もベトナム国民に平和で安定的な生活は訪れなかった。ベトナムの軍隊は、カンボジアのポル・ポト政権による国境攻撃に対抗して1978年末に同国に侵攻、以後10年間にこの土地で5万人もの死傷者を出すことになる。カンボジア介入政策の見返りは、中国による対ベトナム「懲罰」攻撃と諸外国による経済援助停止だった。戦乱で国力を使い果たし、国際的に孤立したハノイ指導部は事態の展開を図り、1986年12月にドイモイ（刷新）路線を打ち出した。歴史的な路線転換の結果、カンボジア問題の政治解決と对中国関係の正常化が実現したのは1991年、アメリカとの国交正常化に至ったのは1995年のことである。抗米戦争終結から実に20年が過ぎていた<sup>(1)</sup>。

次に各節に分けて考察することとする。

#### 2.1 カンボジア内戦

ベトナムが東南アジアの「地域国家」から「普遍国家」として確立したのはベトナム戦争での勝利によるものであった。その勝利とは、1949年の中華人民共和国の成立によって

「ソ連を先頭とした世界の民主戦線の側にたつ国家」として、社会主义という人類普遍の文明を体現して他の「帝国主義」の影響下にある東南アジアとは対峙していく存在として、自己を位置づけ<sup>(2)</sup>「抗米救国」のスローガンのもとに「貧しさを分かち合う社会主义」体制の確立であった。

抗米戦争中のカンボジアでは、1960年代に国家元首として君臨したシアヌーク殿下は、隣国ベトナムの戦火の波及をいかに防ぐかということを重要とした。そこで彼は、表向きは中立を唱えながら国内のベトナム解放勢力の活動（南部解放戦力へ物資・軍隊の補給路、所謂ホーチミン・ルート）を黙認した。当時は、ポル・ポトらの共産党が反政府武装闘争を開始していたがベトナム解放勢力は反政府闘争に手を貸さなかった。このときのポル・ポトらの「恨み」が後にベトナムとポル・ポト派の関係悪化を招く一因になる<sup>(3)</sup>。

この間シアヌーク殿下とロン・ノル首相ら右派勢力との対立も激化し、1970年のクーデターでシアヌーク殿下は失脚し北京に亡命することになる。

彼は、ロン・ノル政権とこれを全面支援するアメリカに対抗してポル・ポト派（クメールルージュ）も加えた民族統一戦線を結成した。1975年にポル・ポト政権誕生までの5年間の内戦で人口のおよそ一割の80万人が犠牲になったと言われている。ベトナムは当初解放闘争を全面的に支援した。しかし、1973年パリ和平協定調印で支援も終わりを告げた。米越間の合意をポル・ポトらは裏切りと受け止め両者の関係が悪化した結果、ベトナム解放勢力はカンボジアから引き揚げた<sup>(4)</sup>。

#### 2.2 カンボジア侵攻

抗米戦争勝利後わずか3年の1978年にベトナムがカンボジアに侵攻した理由は、1977年からポル・ポト政権によるベトナム南部（かつてはカンボジア領でベトナムの南進によって奪われたメコンデルタ地帯）への越境攻撃が激化し、中越対立の深まりも手伝って両国関係の悪化が決定的になったためである。つまり、中国という大きな敵とポル・ポト政権という小さな敵に向き合ったベトナムは、この状況を早期に打開するために、まず南部を脅かす小さな敵を排除したのであった<sup>(5)</sup>。

ベトナム軍によりポル・ポト政権は1979年に倒れたが、4年足らずのうちに世界が震撼した恐怖政治によって170万人と言われる国民が犠牲になった。一方、ベトナム側も自らが擁立した親越政権（ヘン・サムリン首相）を支えるため10年間

に渡って駐留し、その間で戦闘により 25,000 人の死者を出した。さらに、カンボジア侵攻により東南アジア諸国だけでなく日本（1973 年国交樹立）を含む欧米各国からの経済援助も中断され経済的に孤立した。

1985 年にソ連にゴルバチョフ政権が樹立し経済援助が期待できなくなったり、1986 年にベトナムがドイモイ政策を開始したりしたことで戦費に財政の負担を継続させることができなくなり 1989 年にカンボジアから撤退した。結果、国際社会から対越制裁が緩和されることでベトナムにとって真の戦後が始まった、と言える<sup>(6)</sup>。

ベトナム軍撤退後カンボジアでは、1993 年に国際連合監視下（代表明石康氏）総選挙が行われ、シアヌーク殿下を国王とする「カンボジア王国」が誕生し、新憲法が制定されそれまでの親越政権下の社会主义体制から複数政党制に基づく民主主義体制へと転換した。カンボジアの体制変革でベトナム、カンボジア、ラオスのインドシナ社会主義陣営の一角が崩れベトナムと「特別な関係」を持つのはラオス一国となつた<sup>(7)(8)</sup>。

### 2.3 中越戦争

抗米戦争中は、ベトナムはソ連と中国から支援を受けながらも、両国に対して独立性を維持するよう努めた。1969 年にアメリカ大統領になったニクソンは、ベトナム戦争の終結をさぐるためベトナムを支援していた中国に近づいた。彼は突如 1971 年に翌年に訪中することを発表し全世界を驚かせた。

1971 年からの米中接近によりベトナムは中国に不信感を抱き始めた。中国の対米接近は、1954 年ベトナムの対仏戦争勝利後のジュネーブ会議（戦闘ではベトナムの殆どの地域を北ベトナムが掌握したにも拘わらず中国も早期の南北統一を良しとしなかったために北緯 17 度線によって分割されたこと）に次いで、ベトナムに頭越しのニクソン訪中と翌年のアメリカによるベトナム戦争中最大の北ベトナムへの絨毯爆撃を中国が事前に了解したと思われることはベトナム革命勢力に対する 2 度目の裏切り行為となった<sup>(9)</sup>。

その上、中国は 1973 年以降国境地帯で挑発的な行動に出たり、ベトナムの領土を何度も侵犯したりした。海上でも 1974 年に南ベトナムの占領下にあった西沙群島を宣戦布告なしに奇襲攻撃を行った。

カンボジアにおいては、ポル・ポト派が 1975 年に政権を奪取後は中国との結びつきを強める中で中国の大躍進政策や文化大革命から強い影響を受け、それを極端な形で実行に移した。自ら鎖国の道を選んだポル・ポト政権に対し、中国はほとんど唯一の後ろ盾として多大な軍事・経済援助を与え、ソ連の手先と見たベトナムの消耗を図る手駒として利用した<sup>(10)</sup>。これに対してベトナムは 1978 年 2 月以降、ポル・ポト政権を支援する中国を間接的に批判するようになった。ハノイから見れば北京の裏切りは、1950 年代のジュネーブ会議、70 年代のニクソン政権との歩み寄りに續いて今回が 3 度目で

あった。

一方北京指導部は、ベトナムで華人住民が迫害されていることを理由として 1978 年 7 月にベトナムへの経済・技術援助を完全に打ち切り、ベトナムに派遣していた中国人技術者を引き上げた。ベトナム指導部は、中国を「当面の敵」と決議し 11 月にソ連と友好協力条約を締結した<sup>(11)</sup>。そして、両国の同盟化が中国の「制裁」発動の直接のきっかけとなった<sup>(12)</sup>。中国がポル・ポト政権を打倒したベトナムへの「懲罰」と称して<sup>(13)</sup>、1979 年 2 月に人民解放軍 60 万人と四大軍区に所属する 32 の歩兵師団がベトナム北部全省に進撃を開始したことでベトナムの中国にたいする不信は現実になつた<sup>(14)</sup>。

中国の侵攻に対してハノイ政府は、1979 年 3 月に総動員令を発した。大規模な 1 カ月で終わったが、その後も国境をめぐる紛争は陸上、海上においても勃発し、中越が国交を正常化するのは 1991 年まで待たなければいけなかつた。

## 3. ドイモイの時代

### 3.1. 社会主義生産体制の限界

先に述べたように新たな戦争を遂行するなかで、ベトナムはきわめて深刻な危機に直面した。第一に、カンボジアへの「侵略者」という烙印を押されて、国際社会から孤立したことである。第二に、「貧しさを分かち合う社会主义」が「豊かな南」の反発を受けただけでなく、長くそのもとで暮してきた北の人々の間でも機能しなくなり、国内に経済的な危機が発生したことである<sup>(15)(16)</sup>。それでは、どのような危機が発生したのか次にみていく。

当初抗米戦争の勝利により、党指導部による一党支配が強化され、北に実施されていた社会主义改造政策（バオカップと呼ばれる補助金制度が典型で中央集権的・官僚主義的な経済指導の失敗を象徴する言葉）を南に機械的に適用した。それは資本家階級の排除、基幹産業の国営化、農業の集団化などを目指す改革であった。しかし、生産力の向上や勤労者の生活の安定化には関心が払われなかつたために人々の勤労意欲は減退し、その結果経済活動が著しく劣化した。

さらに、南の旧政権の公務員や軍人だった人々のポストは、北出身者に占められた。彼らは能力を活かす機会が失われたり肅清されることを恐れて国外に脱出したり一部は華僑・華人らとともに「ボート・ピープル」となつたりして人的資源の大きな損失となつた。カンボジア、中国との戦争遂行の出費に加えてこのような政策の誤りによって、1970 年第後半から 80 代前半にかけて、ベトナムは未曾有の経済困難に陥つた<sup>(17)</sup>。

### 3.2. ドイモイ路線の始まり

このような経済困難な状況に対して政府は、ドイモイに先駆けた「新経済政策」を 1979 年から始めた。1985 年に改革を進めた結果、物価が跳ね上がり年率 600%にも及ぶインフレが発生した。そこで、党指導部は徹底した経済改革・特に市場経済メカニズムへの移行が急務であると認識するよう

になった。

1986 年の党大会が旧来の社会主义モデルの転換（ドイモイ＝刷新）を公式に表明する分水嶺となった。その内容は、慢性的な国営企業の解体、各企業は独立採算で生産を行う形に転換、生産財価格は国際市場の実勢に近づけられ、消費財価格も自由化された。1987 年に外国からの直接投資を導入するための法律を制定し様々な規制緩和が実施された。1989 年には配給制度を廃止、農産物買い上げ価格も自由化された。

これらの改革の結果、1989 年にはベトナムは米の輸出国に転じ、インフレも収束に向かった。さらに、南ベトナム政権下にいた「旧知識人」に対する差別を撤廃し、国家に貢献する知識人はすべて「社会主義的知識人」と呼び、経済発展に有用な人材の活用を図った。

だがその一方で政治改革については慎重な態度を堅持している。1991 年の党大会では、東欧的な民主化を「ブルジョワ民主主義」への後退として否定し、複数政党制を避け共産党的指導性を再確認した。党の指導理念についてはこれまでの「マルクス・レーニン主義」に「ホー・チ・ミン思想」を付け加えた。ハノイ指導部は、社会主義陣営の一員としてよりも、東南アジア地域の一国としてのアイデンティティーを強調するようになった。これらの経済路線は、1992 年の新憲法で法制化され裏付けされた<sup>(18)</sup>。

### 3.3 ドイモイ路線の発展

1991 年には湾岸戦争の経済的な影響もあり、ベトナム国内ではインフレが再発した。経済安定化のため各種税法を制定し税収を増やして国家財政の基盤を強化し、財政赤字を改善するように図ったりインフレを抑制したりする政策を実行した。それらの努力が奏功して経済成長率は再び上向となりインフレも収束した。1995 年に ASEAN、1998 年に APEC に加盟したことにより近隣諸国との関係が促進された。ベトナムは ASEAN 加盟により、自他ともに東南アジアの「地域国家」としての自己定位に成功することになった<sup>(19)</sup>。

共産党指導部は、次の段階として 2020 年までにベトナムが工業国になるという目標（それまでは農業と軽工業の発展を図り、民生を安定化すること）を設定した。1996 年の党大会では、2000 年までの一人当たり GDP の倍増を目指すという野心的なものであった。ただし、開発のための資金の約半分は、外国からの直接投資や ODA に依存しなければならなかった。

さらに、外国の資本や人脈にアクセスして事業を展開できる人々と、そのようなチャンスから疎外された人々との所得格差の拡大、抨金主義や汚職などがはびこるなどの社会問題が明るみになってきた。その対策として、1996 年の国会で社会問題の解決と富の公正な分配をめざす法令を制定した。

しかし、タイを震源地として 1997 年から始まった金融・通貨危機は、外貨に依存したベトナム経済に陰りをもたらした。アジア諸国の通貨切り下げによってベトナム製品の競争力は相対的に低下し、投資市場としての魅力も減少した。一方、不

正取引や汚職はその後も改まることなく、地域間、階層間の格差はむしろ拡大した。そのために数千人の群衆、少数民族が暴動を起こした事件も続発したので 2001 年の党大会では、「全国人民大团结」路線が採択された。現代のベトナムは「ベトナム的社会主义」への過渡期とされ、農村住民や少数民族からの下からの民主化ではなく、あくまで党指導の上からの民主化路線をとっている<sup>(20)</sup>。

現在のベトナムは、前述したように党指導による理念を掲げながらも現実にはソ連・東欧における社会主义体制の崩壊により、もはや人類普遍的な理念を掲げる「普遍国家」ではなくになっている。「普遍国家」としてのありかたからの脱却をはかる受け皿として、東南アジアの「地域国家」としての在り方が問われている<sup>(21)</sup>。次章では、対外戦略（国際政治・貿易）の視点から地域国家としてのベトナムの立ち位置をみてみよう。

### 4.世界の中のベトナム

政治的には、ベトナム共産党の綱領が社会主义対帝国主義、友か敵かという考え方から決別したのが 2011 年であった。代わりに ASEAN への言及が ASEAN の一員、「東南アジアの地域国家」であることが持っている重要性を示している。こうした外交政策を反映してベトナムは、主要国との「戦略的パートナーシップ」の形成を重視している。合意国はロシア(2001 年)、日本(合意 2006 年、確認 2009 年、深化 2017 年)、インド(2007 年)、中国(2008 年)、韓国(2009 年)、イギリス(2010 年)、ドイツ(2011 年)、イタリア、タイ、インドネシア、シンガポール、フランス(以上 2013 年)などに広がっている<sup>(22)</sup>。

次に貿易では、アメリカとの関係について、1995 年国交樹立後 2000 年に通商協定を締結した。これにより 2000 年の中国に次いで 2007 年に WTO に加盟することができ国際経済社会に本格的に参加できるようになった。その意味で、ベトナムの市場経済化と投資環境にとって 2000 年代の 10 年で最も大きなメルクマールであった<sup>(23)</sup>。

日本政府は、1992 年に 14 年ぶりの円借款供与を開始した。これが呼び水となって対ベトナム投資ブームが到来し、続く観光ブームで日本からの訪問者数は激増、2004 年からは日本人のビザなし渡航が可能となって、ベトナムはこれまでになく近い国になった<sup>(24)</sup>。日本の貿易相手国としてベトナムは、2019 年に初めて輸入額で第 10 位、輸出額で第 9 位に入った。尖閣問題、米中経済戦争など様々なチャイナ・リスクを考えて中国での生産工場をベトナムへのシフトや新たな海外進出先として中国に向かわずにベトナムに進出しようとする傾向が益々高くなることが考えられ、これにともなってベトナムへの投資は増えるものと思われる。実際に JETRO が調査した 3500 社の日本企業の 41%（前年比 +5.5%）が、今後 3 年間にベトナムでの事業拡大を検討している<sup>(25)</sup>。

次に、ベトナム側から貿易相手国として日本をみてみよう。JETRO の年次世界貿易投資報告によると、2010 年に輸入額が

第1位に中国は変わらないが、日本は韓国に抜かれて第3位に落ち現在にいたっている。輸出額についても、第1位アメリカは変わらないが2014年に中国に抜かれて第3位に落ち現在にいたっている。このようにバブル崩壊後の「失われた20年」の間に日本国内の需要・経済力だけではなく、ひとつベトナムをとっても貿易相手国として他国に先んじられ、よって日本の国力が地盤沈下していることが推測できる。そしてそのことが東南アジアにおける日本の発言力、リーダーシップの弱体化につながりつつあると著者は懸念する。

話をベトナムに戻すと、2019年のベトナム経済は好調な製造業が牽引し、実質GDP成長率が7.0%と前年に続き7%台の高成長となった。貿易収支は過去最大の黒字幅で4年連続黒字となった。輸出費目では、サムソンの電話機・同部品が牽引した。輸入品目でもサムソンやLG、台湾系企業がベトナムを輸出拠点として強化する動きがあり、これらの企業が必要とするコンピュータ電子製品・部品の増加が目立っている。

2020年上半年は、他国同様に新型コロウイルスの影響を受け実質GDP成長率は第1四半期が3.7%、第2四半期が0.4%まで落ち込んだが、プラス成長を維持した。2020年の経済成長率について、マイナス成長と予測される国が多い中、アジア開発銀行(9月15日時点)は1.8の成長%と予測している<sup>(26)</sup>。

### 5.むすびにかえて

ベトナム建国の父ホー・チ・ミンは、「独立と自由ほど尊いものはない」<sup>(27)</sup>という有名な言葉を残している。まさにベトナム人にとっての過去100年間は、「フランス植民地主義者」「日本軍国主義者」「アメリカ帝国主義者とその傀儡」を相手とした戦い、さらに「中国膨張主義・霸権主義者」及びそれに操られたカンボジアの「ボル・ポト派ジェノサイド一味」との戦いであった。第2次世界大戦から1980年代後半までを振り返っても、ベトナムは何らかの形で外敵との軍事的な緊張を抱え、戦時体制もしくは準戦時体制の下にあった<sup>(28)</sup>。それがようやく1990年代入って中・米との国交樹立を経て「戦時体制」から銃火を交える心配のない国際協調体制に向けて歩み始めることができている。

その歩みは、わずか30年弱であるが経済成長力のスピードは同時代の日本をはるかに凌駕している。今後ベトナムが豊かな労働力を活かし、他国からの経済協力を巧みに利用しながら国力をさらに伸ばしていくかどうかは、これまで述べてきたベトナム共産党の政治体制を2000年に渡って他国からの侵略に抵抗し退けてきたDNAを持つベトナム国民が支持していくのかどうかという命題と同じではないか、と思われる。ベトナムの実利的な貿易関係だけではなく政治の動きとベトナム国民の「世論」にも注視していくことがベトナムを理解していくのに必要な視点であろう<sup>(29)(30)</sup>。

次稿では、ベトナムに次いで来日留学生が急増しているネパール、バングラディッシュについて考察し、彼らの思考・行

動の基盤にあるものを探りたい。

### 参考文献

- (1)中野亜里編『ベトナム戦争の「戦後」』(株)めこん,p11(2005)
- (2)古田元夫『ベトナムの世界史—中華世界から東南アジア世界へ—』東京大学出版会, p155(2016)
- (3)中野, 前掲書, p337
- (4)中野, 前掲書, p.338
- (5)中野, 前掲書, pp373-374
- (6)中野, 前掲書, p337
- (7)中野, 前掲書, pp.340-341
- (8)古田, 前掲書, p263
- (9)中野, 前掲書, p368-369
- (10)中野, 前掲書, p.346
- (11)中野, 前掲書, p372
- (12)和田春樹他『東アジア近現代通史9』岩浪書店, p111-113(2011)
- (13)中野, 前掲書, p.346
- (14)中野, 前掲書, p374
- (15)古田, 前掲書, p181
- (16)和田春樹他, 前掲書, pp.275-276
- (17)中野, 前掲書, pp.94-98
- (18)中野, 前掲書, pp.99-104
- (19)古田元夫『ベトナムの基礎知識』(株)めこん p187(2017)
- (20)中野, 前掲書, pp.105-114
- (21)古田, 前掲書, p 250
- (22)古田, 前掲書, pp 284-285
- (23)小林「2000年代のベトナム市場経済化と投資環境」, 専修ビジネスレビュー, Vol.13, No1, P43(2018)
- (24)中野, 前掲書, pp.241-242
- (25)ベトナム駐在ニュース (SNS, 2020年8月17日)  
タイは36%(+1.5%), 中国は48%(-7%)
- (26)JETRO 世界貿易投資動向シリーズ ベトナム, pp.1-2  
(2020年12月3日)
- (27)中野, 前掲書, p405
- (28)中野, 前掲書, p11
- (29)寺本実編『現代ベトナムの国家と社会明石書店』, p176(2011) 政治的には直接的な発展は展望できないまでも少しづつ民主化へのソフトランディングに近づいていくと述べられている。
- (30)中野亜里「米越関係戦後40年の軌跡と新たなパートナーシップの構築」, 立教アメリカンスタディーズ38, p 20
- (2616) 共産党体制を維持するには、中国との関係を維持しなければならず、その中国の脅威に対抗するためににはアメリカと接近すれば、人権や政治的民主化などの価値観の修正を要求されることになる。ハノイ指導部は大きなディレンマに直面している。

# グーグルフォームの活用方法について

## 工具名称テストの実施

徳島工業短期大学 櫛田 直人

KEY WORDS: グーグル, グーグルフォーム, 工具名称

### 1. はじめに

本学では、2級整備士の基礎的な技術、知識を学生に教育している。その一つに現物を用いた実習がある。実習では必ず工具が必要となってくる。その工具の正しい名称を学生が学習するツールの一つとしてグーグルフォームを活用できないかと考えた。この紀要はその運用の報告である。

### 2. グーグルフォームとは

グーグルフォームとは、グーグルが提供している無料ツールで、オンライン上で使用することができる。グーグルフォームを使えば、アンケートフォームや投票フォームなどを簡単な操作のみで作成できる。既に昨年度より入試広報課でアンケートに運用している。また私自身のゼミや技術講習会ではテストに使用している。専門知識がなくとも特に問題なく利用できる点も魅力である。

#### メリット

- Google フォームでは、Google スプレッドシートと連携して、入力内容やアンケート結果を自動で集計できる。
- 回答状況をリアルタイムで確認できる。
- グラフで視覚的に確認することが可能。
- 無料で全機能が使用できる。

#### デメリット

- デザインのカスタマイズはほとんどできない。
- 高度な問い合わせ対応には向いていない(Google フォームには、問い合わせに対して単独で自動返信機能がない)。
- Google ドライブの容量に制限がある(15GB)。

### 3. グーグルフォームの使い方

この章ではグーグルフォームの基本的な使い方について説明する。

1. docs.google.com/forms を開き、空白のフォームかテンプレートギャラリーのテンプレートを選択。
2. Google フォームを使用すると、学生へのフィードバックを得るためにアンケート、出欠確認、テスト、注文

書、休暇申請など、さまざまなフォームの中から選択する

3. Google フォームを使って連絡先情報を収集し、Google スプレッドシートにまとめることも可能。(学生への現住所調査に使用している。)
4. フォーム自体のタイトル、説明、セクションなどを設定する、画像や動画を追加することも可能。
5. Google フォームの作成が完了したら、右上の「[送信]」ボタンをクリックし、送信先の E メールアドレスを入力する。もしくは、フォームのリンク自体を送信する。

次に Google フォームの回答形式種類一覧を説明する。

- 記述式の回答形式…回答者が入力画面に自分で記述(入力)する形式。記述する形式の中でも2種類あり、それぞれで入力できる回答の長さがことなり、どちらの形式でも入力ルールの設定が可能。(数字のみ入力可能にしたり指定した数値以上を入力可能したりなどの設定が可能。また、回答には特定の文字が含まれていること、メールアドレスや URL であること、といったルールの設定もできる。また、回答の最大文字数や最小文字数の設定も可能。)
- 選択肢から選択する回答形式…あらかじめ設定されている選択肢から回答を選択する回答形式。回答に応じてセクションに移動することや選択肢の順序をシャッフルすることが可能。今回の工具名称テストではこれを使用した。ラジオボタン・チェックボックス・プルダウンがある。
- ファイルをアップロードする回答形式…回答者が質問への回答としてファイルをアップロードできる形式。回答者がアップロードしたファイルはアンケート作成者の Google ドライブへ保存される。
- グリッドから選択する回答形式…質問に対しての5段階評価など、回答者が特定の選択肢から選択して回答をする回答形式。

次にフォーム実施前にテストを行うことが出来る機能について説明する。作成した Google フォームをテストする方法は、フォーム作成画面の上部にある、目の形をしたアイコンから行う。このプレビューアイコンをクリックすると、

実際に回答者に見えるフォームと同じものが表示される。そして、表示されたフォームの各入力項目に対して入力をを行い、送信をすることで、それぞれの項目が正しく設定できているかどうかの確認が可能である。

最後にGoogle フォームの受付を終了する方法について説明する。入力が完了したフォームは、3ステップで受付を終了することができる。

1. 終了したいフォームを開き、[このフォームを編集] をクリックして、[回答] を選択する。
2. [回答を受付中] の右にあるボタンをクリック。
3. 表示が[回答を受け付けていません] に変わると、フォームの受付を終了する。

#### 4. 工具名称テストについて

工具名称テストでは国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程教科書 基礎自動車整備作業に出てくる工具を問題として使用することにした。

掲載されている工具は約280種類程度あり、1つのフォームにまとめてしまうと問題数が多くなり過ぎるので、基本作業I、基本作業II、測定作業、エンジン点検作業、シャシ・充電作業、その他整備作業と6つの作業別に分けて問題を製作した。問題を分けることで、学生にとっても工具の使用状況が把握し易くなると考えている。

名称の選択肢については、形や用途の似た工具の名称から選択するようにした。問題の一例を図1 工具名称テストに示す。

写真の工具の名称を選択せよ



- 6角レンチ
- ソケット
- ラチェット・レンチ
- ヘキサンゴン・レンチ

図1 工具名称テスト

工具名称テストの実施方法については、学生のスマートフォンを使用して実施する。リンクを元に制作したQRコードを読み取り、工具名称テストを実施するようにした。

#### 5. 工具名称テストの実施

例として、工具名称テストを実施した結果を表1 工具名称テスト基本作業I 1回目結果に示す。

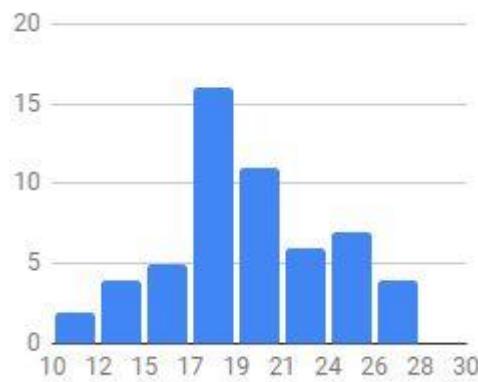


表1 工具名称テスト基本作業I 1回目結果

1回目の工具名称テスト基本作業Iの満点は28点、平均点は19.67点となった。

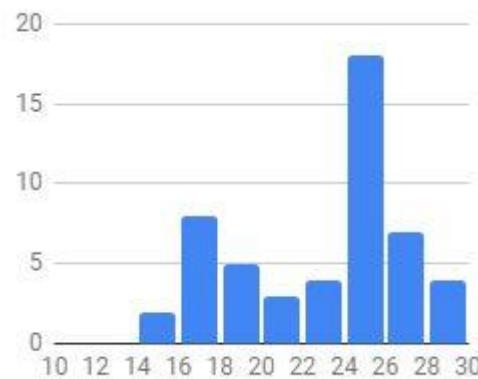


表2 工具名称テスト基本作業I 2回目結果

次に表2 工具名称テスト基本作業I 2回目結果を示す。2回目の平均点は22.22点となった。

1回目のテストでは予習無しでテストをした、そうすることにより、学生が現状でどの程度解答できるかをチェックした、2回目は班ごとに教科書を準備し、テスト範囲を説明し、予習が出来た学生からテストを実施した。

誤答が多かった問題はヘキサゴンレンチ、ショック・ドライバ、角型と貫通型ドライバの違い、であった。ヘキサゴンレンチについては正しい名称を知らない学生が多くいた、ショック・ドライバは初めて見た学生が多くいた、角型と貫通ドライバについては機能の違いが理解できていない学生が見られた。

他のI、基本作業II、測定作業、エンジン点検作業、シャ

シ・充電作業、その他整備作業についても同様にテストを実施した。

## 5. まとめ

今回グーグルフォームを利用した工具テストを実施してみて良かった点、改善点を示す。

良かった点

- 集計がその場でできる。
- 個別に間違いが把握できる。（学生の理解度がすぐに把握できるので、指導に結び付けやすい）
- 準備が簡単。
- 反復練習がいつでもできる。
- 問題修正もその場でできる。
- 出席も把握できる。
- 送信後に誤回答を回答者に知らせることができ、そして回答を確認できる。

改善点

- 現物ではないのでサイズ感がつかみにくい。
- 通信制限となっている学生は回答に時間が必要。

となり、現状で特に不都合となることは無かった。実施して感じたことは、2年間を通して実習をしてきているが、使用経験の少ない工具や測定機器について、間違いが多くあった。卒業前にこのようにして名称について、理解を深めることができれば就職後の作業時に有利になると考える。

現在、技術講習会やゼミでグーグルフォームを使用している。特に理解度の低い学生の把握や間違いの多い問題がその場でわかるメリットは大きく、指導・解説に役立てることが出来ている。

## 参考文献

- (1) Google フォームの使い方完全ガイド【2020年最新版】  
執筆者： 向井 拓真 (Takuma Mukai)  
<https://blog.hubspot.jp/google-forms>
- (2) 国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程教科書 基礎自動車整備作業

# e-モータースポーツ体験車両製作

## 自動車実車とe-モータースポーツの融合に関する研究

徳島工業短期大学 助道 永次, 多田 博夫, 平野 一正

**KEY WORDS:** 体験教育, 啓発活動, e-モータースポーツ

### 1. はじめに

本学は自動車整備技術を教育の柱に据えており、若者のクルマ離れを少しでも食い止めようと様々な活動を行っている。そこで、今年度よりe-モータースポーツができる環境を整えて、クルマの魅力を伝える新たな試みを開始した。

e-モータースポーツは他の格闘系やシューティング系のe-スポーツとは違い、バーチャルと現実の車の操作性が非常に似ているという点である。e-モータースポーツでは、ハンドル・コントローラや専用のペダルシフトを用いて行うため、現実のドライビングと極めて類似した運転技術が要求される。そのため、e-モータースポーツの選手が現実のプロレーシングドライバに転身する事例もあり、実際のレーシングドライバのトレーニングとしても広く用いられている。本研究は、e-モータースポーツを通して本学で学ぶ学生や入学を目指す高校生へ自動車を自ら操る楽しさを体験してもらい、若者への健全なモータースポーツのあり方を示すものとしてスタートしたものである。

### 2. 目的

今回導入したe-モータースポーツ・シミュレータをより臨場感のあるシミュレータするために、実車（リアル）とシミュレータ（バーチャル）を融合したe-モータースポーツ体験車両を製作することとした。この体験車両を活用し、クルマやモノづくりの楽しさ素晴らしさを、オープンキャンパスや出張体験授業等を通じ幅広く提供することにより、自動車への興味を喚起し、自動車業界をめざす若者を一人でも多く発掘することが目的である。

### 3. 計画

当初の計画では、本学保有のフォーミュラカーにハンドル・コントローラとペダル・コントローラを設置して、モニタを三台配置するという構想であった（図1）。しかし、フォーミュラカーは普通の車両に装備されているフロント・ガラスやルーフがなく、オープンなコックピットであり閉鎖感がなく視界が広いため、モニタを設置しても周りの景色が視界に入るため臨場感に欠ける。もう一点は、フォーミュラカーの操縦装置をほとんど取り外して、各コントローラを設置する必要があり、再びフォーミュラカーとしてサーキットを走れる状態に戻すというのは困難ということが判明した。そこ

で、自動車部が保有していた、フォーミュラ仕様ミニクーパー車両（図2）をe-モータースポーツ体験車両専用に改造することとした。

この車両は、エンジンが取外されており、レース車両としての役目は終えた本来ならば廃棄される車両である。廃棄ではなく何か研究車両として役立つようにとミニクーパーのレースに参戦している本学非常勤講師から譲り受けたものであり、リユースとしてどのように活用できるかを検討していたため、今回のe-モータースポーツ体験車両への改造というリユース案が浮上した。



図1 フォーミュラカー構想



図2 フォーミュラ仕様ミニクーパー

### 4. システム構成

図3に車両に搭載するeスポーツ用システム構成を、表1に各装置の諸元を示す。モータースポーツ用レース用ソフトはプレイステーションなどのゲーム専用機を用いるものと、コンピュータを用いるものに大別される。本車両ではトリブルモニタの使用を想定したため、グラフィックス環境を強化したゲーミングデスクトップPCを用い、Windows10で動作するゲームソフトとしてレース用とダートラ用の2本を導入した。運転操作は実車と同様なステアリングとペダル類を備えたハンドル・コントローラを用いる。



図3 システム構成

表1 システム諸元

名称	品名・仕様
コンピュータ (グラフィックボード)	New Dell G5 Core™i7 (NVIDIA GeForce GTX 1660 Ti)
ハンドル・コントローラ	Thrustmaster T300RS
モニタ	Hisense 50F68E 50V型 4K
ゲームソフト	ASSETO CORSA, DiRT2.0

### 5. 製作

#### 5.1. モニタ取付

スチール角パイプ (25 mm×25 mm, 1.6 mm厚) を加工して、車両本体フレームに取外しができるようにメイン・モニタを取付けるベースとなる支柱 (図4) を製作した。各モニタの設置位置に関しては、段ボール紙をカットした仮モニタを用いて運転席から見た最適な距離を探し決定した (図5)。

メイン・モニタの取付ける位置が決定し、取付フレームにモニタを取り付け、安定性や取付け確認を行った (図6)。

メイン・モニタを中心として、サイド・モニタの取付ける位置を決める。サイド・モニタ用壁掛けスタンドの取付位置の寸法と角度を決定する方法でも段ボール紙仮モニタを用いて出し、フェンダへ目標位置をマーキングし、スチール角パイプにてフレームを製作した (図7)。



図4 スチール角パイプ

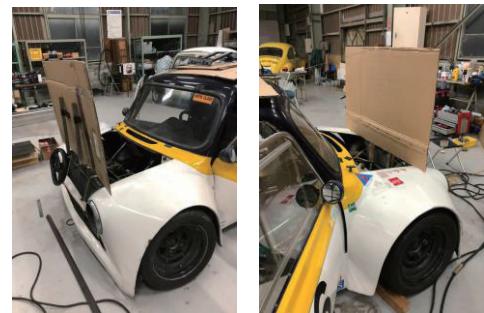


図5 メイン・モニタ置確認



図6 メイン・モニタ位置確認



図7 サイド・モニタ取付

#### 5.2 コックピット

車両に装備されているステアリング機構やペダル関連の部品をすべて取り除き、シミュレータのハンドル・コントローラとペダル・コントローラを取付ける。このコントローラが収まるようにフレームをカットし、各コントローラ・ブラケットを製作して取付けた (図8)。

シート位置が変更できない構造であるため、ペダル位置を変更できる仕組みとして、子どもでも操縦ができるようにし

た。

PC本体とキーボードの設置場所を設け、運転席と左ドアの外からのどちらからでもキーボードが操作できるように可動式テーブルを製作し装備した。



図 8 各コントローラ取付



図 10 サイド・モニタ収納



図 11 モニタ専用キャリアカー



### 5.3 移動手段

今回製作する e-モータースポーツ体験車両は、原動機が取り除かれているのみで、ステアリング装置やブレーキ装置はそのまま使用できるため、移動することを想定してこれらの装置を利用することとした。ステアリング装置はラック & ピニオンを左右変更して取付け、車両前方へメイン・シャフトをレイアウトし、今回製作したフレームで支持する構造とし、外から操舵できるように施した。ブレーキに関しては前輪の油圧ブレーキを活かし、レバー式のブレーキを移動用ステアリングの横にレイアウトして取付けた（図 9）。

メイン・モニタは固定であるが、左右のサイド・モニタは可動する構造であるため自由に角度を調整できる。更に、この e-モータースポーツ体験車両を移動させる場合には、サイド・モニタを車幅まで折りたためる構造（図 10）であるためモニタを取り外すことなく移動がスムーズに行える構造とした。学内を移動する場合は、モニタ取付けたまま移動しても問題はないが、学外へ移動する場合は積載車両へ積み込み移動する。モニタは走行時の振動に耐えられるような取付ではないので、モニタを取り外す必要があり、そのモニタを運搬する仕組みが必要であるため、モニタ専用キャリアカー（図 11）を作成した。



図 9 ステアリングとブレーキ装置



### 5.4 塗装 仕上げ

この改造を施す車両は、実際にレースで使用していた車両であるためボディの損傷があらゆる箇所にあり、相まって経年劣化も見受けられ、ボディ全体をリフレッシュする必要があった。そこで、ボディ FRP の修正と塗装を車体専攻科生へ協力をお願いし、補修塗装実習にてボディ修正作業をした。

ボディカラーに関しては、本学のイメージカラーがブルーであるため、車体専攻科と検討し、深みのあるブルーメタリック塗装（図 12）と決定した。



図 12 ブルーメタリック塗装

塗装が完了した車両をじっくり観察してステッカーデザインを検討した。今回製作した e-モータースポーツ体験車両は、バーチャルとリアルが融合したシステムであり、「モータースポーツ」ということを一目でわかる様に、レーシングカー風のかっこいいデザインにすることと、「e-スポーツ」である象徴として e-スポーツ協会のロゴ（図 13）をデザインの中に取り入れることにした。e-スポーツ協会へ使用する承諾を得てゼッケン風にアレンジするようにし、すべてのデザインを決定した（図 14）。



図 13 e-スポーツ協会ロゴ



図 14 ステッカーデザイン

## 6. 検証

数名の学生に依頼してこの e-モータースポーツ体験車両を体験してもらい（図 15），総合的な評価を調査した。その結果，次のような感想や意見があつた。

- ① フロント・ガラスやルーフがあり，ロール・ケージに囲まれていて臨場感がすごくある。
- ② 視界がモニタのみであり，実際に運転しているような感じがする。
- ③ 7軸シミュレータみたいな振動があればいい。
- ④ 車酔いする。
- ⑤ 乗り降りがしにくい。
- ⑥ シートが窮屈。
- ⑦ シートが近すぎて足が余る。

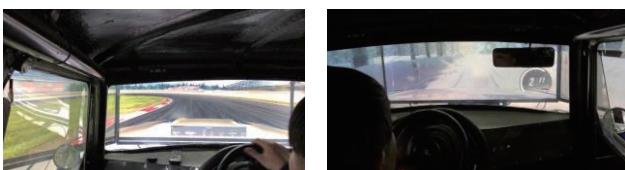


図 15 学生による実証評価の様子

## 6. 課題

学生の評価項目には無かったが，この e-モータースポーツ体験車両で体験できるのは言うまでもなく一名であり，他の観戦者はリア・アクリルガラスをくり抜いたところ（図 16）から覗く形でしか観戦できない。せいぜい大人二名がこの車両の後ろから覗いて見られる程度である。そこで，小型カメラをプレイヤの横に配置し，プレイヤの動きとプレイヤが見ている映像をリアルタイムで投影する 50 型モニタを観戦用として設置した（図 17）。このようにして多くの観戦者からレースの様子やプレイヤの様子をリアルタイムで観戦できるよ

うにした。

学生評価の中で，「窮屈」「狭い」というネガティブな評価がある。シート形状や取付方法については実際にレースに使用していたものをそのまま使うため，このような意見が出るというのは想定されていたが，体型の異なるプレイヤに対応する対策ができていない状態である。次年度は次のような改良が必要である。

- ① シート形状の変更
- ② シートを可動式に変更



図 16 観戦者用覗き窓



図 17 観戦者用モニタ

## 7. まとめ

地域のイベントやオープンキャンパス，e-モータースポーツ体験会にて，今回製作した e-モータースポーツ体験車両を活用し，小・中・高生に対してクルマの楽しさやモノづくりの楽しさを伝えることにより，クルマに親しむよう啓発活動を続けていきたい。自動運転や次世代エネルギーの開発など進化を続ける自動車，SDGs に関わる HV・EV・FCV といった地球規模の環境問題に対する自動車技術についてもっと関心をもってもらいたい，より多くの若者が自動車業界に携わることを目指してほしいと願う。

## 参考文献

- (1) Toyota Gazoo Racing : e-Motorsports, <https://toyagazooracing.com/jp/e-motorsports/about/2020.html>
- (2) Sony Interactive Entertainment : グランツーリスモ SPORT 公式 HP, <https://www.gran-turismo.com/jp/products/gtspor/>
- (3) 多田博夫，助道永次，鎌田孝，廣瀬博文，東條賢二：e-モータースポーツ導入計画と初年度の成果について，徳島工業短期大学紀要第 25

# ステンレスの酸化被膜による発色

## —加熱法による特徴とその応用について—

徳島工業短期大学 助道 永次  
(株) アルファ・コレクションズ 島田 清

KEY WORDS: ステンレス, 酸化被膜, 光の干渉, 発色, 装身具

### 1. まえがき

ステンレスの酸化被膜による発色現象はステンレスが開発されてからすぐに知られており、理論的には酸化被膜による各波長の光の干渉によるものである。ステンレスの酸化被膜は、酸化クロムなど多様な酸化物からなるものであり<sup>(1)</sup>、ステンレスの種類により発色の具合が異なることも知られている（オーステナイト系:SUS304などでは多様で鮮やかな発色、フェライト系:SUS430などでは多様であるが色調が暗い発色、マルテンサイト系:SUS420などでは黒など）<sup>(2)</sup>。

酸化被膜は、ステンレスを加熱することによる他、工業的には湿式酸化法（酸性酸化法、アルカリ酸化法、溶融塩酸化法）及び電解発色法（Anodizing）が主流であり、特に酸性酸化法の中のインコ法及び電解発色法の中の交番電流電解法（ACECS）が広く用いられている。特にインコ法では、工程の最終段階で硬膜処理が行われるため実用強度が高く、高品質な製品となる。現在市場に出ているいわゆるカラーステンレスの多くはこれらの手法によるものである。しかしながら、これらの方法は、均一な発色が行える半面、非常に大掛かりな設備が必要となる。カラーステンレスの一例を右に示す。（ナスステンレスのHPから引用）



酸化被膜自体は、透明で硬いガラスのような性質を持ち、非常に薄い膜厚（数十 nm

（ナノメーター）から数百 nm）で淡黄（金）、茶、赤茶、赤紫、青紫、青、薄青、黄、赤、緑と多彩な発色が得られる。もっとも、酸化被膜は硬いとはいえ、傷ついたりした場合は膜厚が薄いためすぐに金属の地肌が露出し、そこはすぐにステンレス本来の酸化被膜に覆われるため銀色を呈することとなる。装飾のための化粧板として用いられるカラーステンレスであれば、表面が大きく傷つく機会は少なく問題は多く発生しないが、装身具などでは、形状によっては表面がすぐに傷つくことが考えられるため、使用においては課題が多い。

加熱法による酸化被膜の厚さの変化はすでに研究されており、温度と酸化被膜の厚さは解明されている。これは、大掛かりな設備を用いれば温度を正確に制御でき、結果、酸化被膜の厚さをわざわざ制御できる。しかしながら、単品製作

のように大掛かりな設備が使用できない環境下で思い通りの発色を行うための手法などはあまり明確には解明されていない。写真1に、温度と発色具合の例を示す<sup>(6)(7)</sup>。

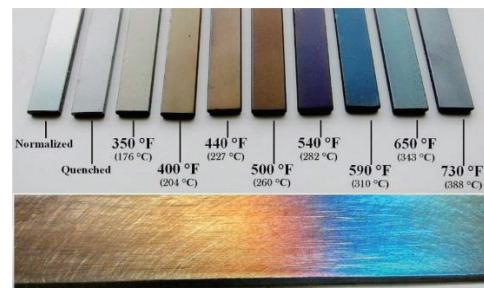


写真1　温度と発色の様子

本研究は、どこでも入手できる小型のバーナーを用いて、ステンレスを加熱した場合、どのように発色するかを実験的に確かめ、その様子を簡単なシミュレーション結果と照らし合わせることで発色の特徴を解明し、思い通りの色を出すための知見を得ることを目的とする。

### 2. ステンレスの発色メカニズム

ステンレスの発色と同様の発色は、シャボン玉や水面に落とした油の膜が虹色に見えるものと同様であり、薄膜の表面反射波と薄膜を通過した反射波の干渉によるものであることが知られている。

光の反射と干渉の様子を図1に模式的に示す。

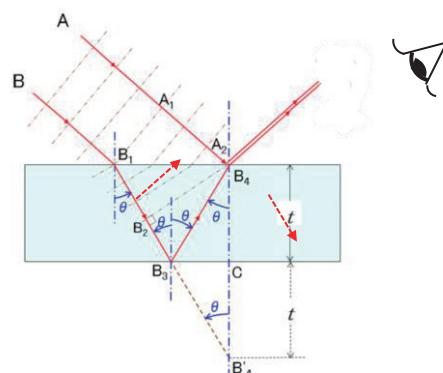


図1　光の反射と干渉

AとBは同じ波長の光であり、各々表面反射と透過を生じる。図1に示したように、薄膜内への入射角を $\theta$ とすれば、AとBの光の走行距離差は、薄膜の厚さをtとして $2t \cdot \cos\theta$ となり、薄膜の屈折率をnとすると、薄膜内では光の速度は $1/n$ になるため、AとBの光の光路差は $2nt \cdot \cos\theta$ となる。直感的には入射角度が大きくなれば、光路差も大きくなると思いがちであるが、実際はその逆で、入射角度が大きくなると光路差は小さくなり、見かけ上膜厚が薄くなる結果になる。

今、入射角がゼロすなわち垂直入射の場合を考えると、光路差は $2nt$ となり、光の波長を $\lambda$ とすれば、光路差が $1/2\lambda$ の時に干渉が最大となり、この波長の光の強さが最少となる。

薄膜の表面反射率と薄膜を通過してくる光の見かけの反射率や屈折率は薄膜の性質により種々の値をとりうる。ステンレスにおいては、フェライト系やマルテンサイト系の酸化被膜では薄膜内の透過率が低くなり、全体的に光の強度が下がることになると考えられる。オーステナイト系では薄膜の透過率は高いようであり、ステンレスの表面を鏡面仕上げした場合の全体の反射率は90~95%となるため、ここでは仮に表面反射率を0.475、薄膜内を通して見かけの反射率も0.475とした。屈折率も酸化被膜の種類によっていろいろな値となり、具体的には特定できないことと、屈折率は波長によつても異なるため、ここでは標準的なガラスの屈折率であるn=1.52とし、太陽光を三原色(RGB)で表した場合、薄膜の厚さによるRGBの各成分がどのように干渉し、その結果全体としてどのように発色するかをExcelの機能を用いてシミュレーションを行った。

RGBの各波長は国際照明学会の基準の従い、R=700nm、G=546nm、B=436nmとし、薄膜の厚さを5nmピッチで増加させて計算を行った。なお、発色の表示もExcelのマクロを用い、各セルに計算で得られたRGBの値を代入して表示させた。

シミュレーションの結果を図2に示す。

RGB値による発色状態

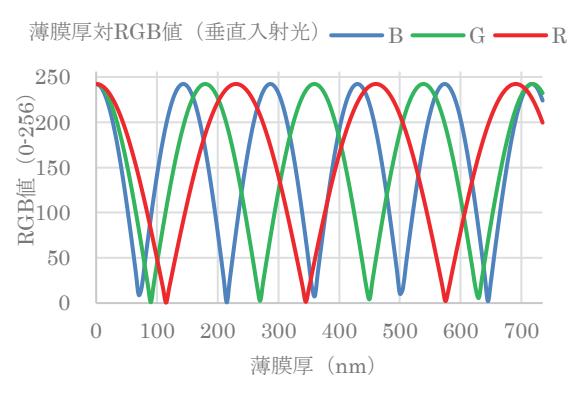


図2 発色シミュレーション

シミュレーション結果から以下のことが分かる。

- 1) 膜厚が厚くなるに従い様々な発色がみられる。
- 2) 膜厚が100nm付近でRGBのそれぞれの値がかなり小さくなるため全体として明度が下がるが、詳細に見てみると90~110nmの狭い膜厚範囲で、金茶→赤紫→青紫→青と発色が変化する。
- 3) シミュレーションを行った範囲においては、明度を別にすれば110nm付近でほぼ純粋な青が、360nm付近でほぼ純粋な緑が、630nm付近でほぼ純粋な赤が発色する。
- 4) カラーステンレスを製造しているメーカーの資料によれば、緑は被膜の厚みが370nmとあり、今回のシミュレーション結果とほぼ一致している。

### 3. バーナーによる加熱試験結果

ステンレス材料をバーナーで加熱した場合、どのように発色するかを確認するために、細長い材料の一端をバーナーで加熱する実験を行った。バーナーから遠いところは温度が低く、したがって酸化被膜も薄くなることが容易に推測できることから、丸棒および丸パイプの一端をバーナーで加熱し、時間経過による発色の状態を観察した。

試験結果を写真2及び写真3に示す。



写真2 加熱後の様子（フレームシールド無し）



写真3 加熱後の様子（フレームシールド付き）

試験結果から、下記のことが分かった。

- 1) ステンレス(SUS304)の丸棒や丸管の端部をバーナーで加熱した場合、加熱端の反対側より薄茶、茶、赤茶、赤紫、青紫、青、薄青、淡黄、赤、緑、赤・・・の順で縞模様のように発色することが確認できた。
- 2) シミュレーション結果と実験結果は、発色の順序につ

いて相対的に一致した。

- 3) バーナーの火炎が直接あたる部分で赤以降の発色の範囲では、表面状態がくすんだようになり、皮膜の透明度が落ちているようになった。火炎が直接当たらないようにフレーム（火炎）シールドを取り付けて加熱した場合は、目視の色温度で 900°C 程度以下の範囲では表面のくすみは観測されなかった。
- 4) 淡黄以降の発色の範囲では、加熱による素材自体の赤熱の色が加わるため、加熱時にどういう発色が行われているのかはわからず、冷却して初めて発色具合が確認できることとなった。
- 5) 赤紫から薄青の範囲においても、加熱時と冷却時とでは発色具合が若干異なることが観測された。

#### 4. 発色後の加工による影響

加熱後の素材に曲げ加工を施した場合に起きる発色の様子を観察し、発色に影響しない加工度に対する知見を得る。

板厚 2mm の素材を研磨後バーナーで加熱して発色させたのち、内側曲げ  $R=7\text{mm}$ ,  $R=20\text{mm}$ ,  $R=40\text{mm}$  で曲げ加工を行い、加工による影響を目視により調査した。試験結果のサンプルの様子を写真 4 に示す。

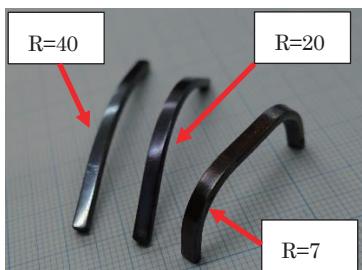


写真 4 加工後の様子

加工による発色への影響につき下記が明らかになった。

- 1)  $R=7\text{mm}$  では、曲げ加工部は完全に曇った状態になり、色味も薄くなった。この状態で再度加熱したところ、色味は若干元に戻ったが、表面のくすみは回復しなかった。これは、酸化被膜は硬いため、曲げ加工で表面が引き延ばされたときに表面にクラックが入ったか、または被膜全体が白化したためではないかと推察される。
- 2)  $R=20$  では、曲げ加工部は上記 1) ほどではないが、やはり曇った状態になり、色も薄くなつた。
- 3)  $R=40$  では、若干曇った程度の状態になつた。
- 4) 曲げ  $R$  が  $R=50$  よりも大きい場合は、発色状態に変化はあまりないものと考えられるため、発色したのちに加工を行う場合は、発色に影響のない最小曲げ  $R$  を考慮に入れる必要がある。

#### 5. 装身具への応用とまとめ

以上の知見をもとに、装身具への応用を試みた。装身具においては、使用過程における傷つきに対処する必要があるため、傷が使いにくい形状が望まれる。そのため、装身具の表面に浅い溝を加工し、その溝に発色加工を施すことを考えた。実際には、溝部のみを発色させることは難易度が高いため、全体を加熱して溝部が希望する発色になった時点で加熱をやめて冷却を行い、溝部以外を研磨して酸化被膜を除去し本来のステンレス色とする手法をとった。

装身具への応用：SUS304 及び SUS316L を使用し、下記三種類の装身具を試作した。

- 1) 指輪
- 2) ネックレスリング
- 3) イヤリング

製作したサンプルの写真を写真 5 に示す。



写真 5 装身具への応用サンプル

バーナーでの加工のため、全周にわたって均一な発色になることが難しく、いわゆる色むらが多く発生した。しかしながら、装身具においては、その色むらがグラデーションとなり却って味わい深い表情を作ることが多く、偶然性に左右されるアートのような雰囲気が出ることで装身具としてはデメリットにはならないと考える。試作した指輪の発色の様子を写真 6 に示す。溝を隔てて青と赤紫が発色しており、面白い表情を見せている例である。バーナーの使い方次第で、ほぼ均一に近い発色を行うことも可能ではあるが、偶然性に左右されることが多い。



写真 6 指輪の発色の様子

温度を管理できるオーブンを用いれば、均一な発色が得られることと思われる。

SUS304 と SUS316L との発色の違いは大きくはなく、どちらも鮮やかな発色が行えた。なお、SUS316L は、俗にサジカルステンレスと呼ばれるもので、食品加工関連機器や医療用機器など、鋳に特に気を遣う機器の素材として使用されるもので、SUS304 にモリブデン (Mo) を加え、かつカーボンを低く抑えることで、通常の使用域において耐腐食性を向上させたものであり、近年装身具にも多く用いられるものである。

イヤリングにおいては、当初棒状の状態で発色・研磨を行い最終工程で曲げ加工を試みたが、曲げ加工により溝部の発色が変化し、かつてものが発生して良好な発色が得られなかつたため、曲げ加工のち加熱・発色・研磨と工程を変更して製品とした。

加熱時に発色を目視で確認できる範囲としては、淡黄(金)、茶、赤茶、赤紫、青紫、青の範囲であり、それ以上の範囲では材料が赤熱してしまい、冷却しないと発色の程度が確認できない状態であった。そのため、この方法での製品化においては、青までの範囲が実用的な色範囲ということになる。

## 6.あとがき

ステンレスの酸化被膜による発色現象は、薄膜による光の干渉であるが、光の入射角度によっても発色具合が変化するため、塗装などによるものとは異なる質感が得られる。大きな面への採用はインコ法や交番電流電解法によるもの以外は困難であるが、小さな製品（装身具など）にはバーナーでの加熱法が比較的容易に施すことができることが分かり応用範囲が広いことが分かった。しかし、均一な発色は難しいため、オーブンの利用も今後検討したいと考えている。

ステンレスは比較的容易に加熱～発色することができるため、一般の人が体験的に作業することで、発色の現象を理解し、かつその製品を自分で身につけることで、楽しみを感じるとともに、モノづくりの面白さを実感できるのではないかと考える。こういった機会を広く提供することで、科学への関心やモノづくりの楽しさを実感できればよいと考える。

大学のオープンキャンパスでも作業内容を絞り込めば（機械加工は行わずにバーナーでの加熱のみとするなど）一つのテーマとして成立するのではないだろうか。（例えば、市販のステンレス製キーリングを加熱・発色させるなど。高校生以上であれば、バーナーの扱いも比較的安全に行えるものと思われる。キーリングを発色させたものの写真を写真 6 に示す。）



写真6 キーリングの発色の様子

バーナーによる加熱による発色の特徴が理解できたが、最近手軽に入手できるようになった小型レーザーを用いたマーキングへの応用が考えられる。レーザーを使用した刻印器は実用化されているが、素材自体を掘り込むのではなく、表面を局所的に加熱して発色させる技術がすでに実用化されている<sup>(3)</sup>。小型で安価なレーザーを用いてうまく行けばステンレス板にカラー画像を印刷したかのようにできるのではないかだろうか。次年度以降への研究テーマとしたい。

## 参考文献

- (1) ステンレス鋼の発色、出口武典、日本製鋼（株）、日本製鋼技報、Vol.41、No.3、1990、P207-211
- (2) 出典：[ステンレス表面処理 | 株式会社東陽理化学研究所 \(toyorikagaku.com\)](http://toyorikagaku.com) 化学酸化発色ステンレス
- (3) 出典：[ステンレス表面処理 | 株式会社東陽理化学研究所 \(toyorikagaku.com\)](http://toyorikagaku.com) レーザーマーカーによる発色模様入れ
- (4) 光学のいろは、出典：[光学のいろはの答え | オプトメカエンジニアリング \(tokai.or.jp\)](http://tokai.or.jp)
- (5) 酸化クロムの特性、出典：[Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> \(酸化クロム\) の特性 \(toishi.info\)](http://toishi.info)、光学薄膜と成膜技術 李正中 署 株式会社アルバック訳 アグネ技術センター 2005年8月30日初版第三刷
- (6) 出典：YouTube、Michele Cominetti 氏による Easy DIY Tutorial how to change colour to stainless steel buckle and match a bronze case watch
- (7) HARDNING TEMPERING AND HEAT TREATMENT, WORKSHOP PRACTICE SERIES NUMBER1

# 体験教育用電動カート製作（その1）

徳島工業短期大学 助道 永次

KEY WORDS: 体験教育, 啓発活動, 地域連携

## 1. はじめに

地球環境問題対策として自動車パワートレインの開発をはじめ、近年では各自動車メーカーが自動ブレーキや自動運転といった安全で快適な技術開発に取り組み、進化を続けている。しかし、自動車業界を担う工学的技術者の減少は深刻な社会問題であり、自動車大国である我が国の自動車整備士が高齢化し、減少している。本学では、このような進化を続ける自動車に対応するべく、今後の自動車業界を担う学生に対して基礎から新技術までの教育を幅広く実践しており、2017年度に燃料電池自動車の実習車、さらに、2021年度より開始される特定整備に対応した実習車両を2020年度には導入し、時代の流れに遅れることなく新技術に対応できる人材を養成して自動車業界へ送りこんでいる。

一方で、18歳人口は1992年以降急速に減少し始め、2009年からほぼ横ばいに転じているが、2021年あたりから再び減少に転じることが予想されている。また、大学への進学率は、2009年までは上昇してきたが、現在は四年制大学ではほぼ横ばいであるのに対し、短大への進学率はここ数年低下傾向にある。

自動車は、現代の生活になくてはならない必需品であり、自動車を安全かつ快適に維持管理するための仕事の重要性は増すことはあってもなくなることはない。しかしながら18歳人口の減少に伴い、この仕事の担い手である本学のような自動車の技術を教える短大等への入学者が減少することは、何としても避けなければならることと考える。

## 2. 目的

自動車整備士を養成している本学では、小・中・高生に対して、クルマやモノづくりの楽しさや素晴らしさをオープンキャンパスや出張体験授業等を通じ幅広く提供することにより、自動車への興味を喚起し、自動車業界をめざす若者を一人でも多く発掘することが目的であり、今後の自動車業界を担う若い人材を自動車業界へ送り出す使命がある。

## 3. 地域連携

十年以上前から、本学の近隣にある大型総合学習施設「あすたむらんど」と連携してクルマに親しむ啓発活動を行っている。その一環として小学生向けイベントで使用する教育用ソーラ・カー（図1）や園内送迎用ソーラ・バス（図2）の製作を本学が請け負った。本学から小学校にキャリア教育体験学習等に出向く際には、あすたむらんどに納めた教育用ソーラ・

カーを借用していたが、双方の日程調整が必要であり、本学でも比較的簡単に手に入るセニアカーを改造した教育用電動カートを製作することで効率化を図ることとし、電動カートを二台保有した。今年度では、本学で今回製作した教育用電動カート二台をあすたむらんどへ貸し出して、あすたむらんど主催イベントにて使用した。



図1 ソーラ・カー



図2 ソーラ・バス

## 4. 計画1

スズキ社製のセニアカーとホンダ社製のセニアカー（図3）を小学生向けに改造することとし、次のような項目を視野に入れて改造を施すこととした。

- ① 小学生が見ておもしろそうな外観
- ② 小学生が安全に操縦ができる
- ③ セニアカーの面影をあまり残さない
- ④ 製作コストを抑えて製作する



図3 使用セニアカー

表1 スズキ社製セニアカー諸元表

型式	ET4D9 スズキ
総重量（バッテリを含む）	100 kgf
モータ（30分定格出力）	DC 24 V 360 W×1 個
バッテリ（5時間率）	シールドタイプ SC38-12 (12 V・35 Ah) ×2 個
タイヤ（前・後輪）	3.00-4 4PR バンクレスタイヤ
駆動方式	後2輪直接駆動方式（デフ付き）
最高速度	1~6 km/h
実用登坂角度	10°
連続走行距離 <sup>※1</sup>	31 km
最小回転半径（最外側）	1,450 mm
段差乗り越え高さ	75 mm
溝乗り幅	100 mm
使用者最大体重（積載物含む）	100 kgf

表2 ホンダ社製セニアカー諸元表

型式	ML100 ホンダ
本体重量（バッテリ除く）	94 kgf (62 kgf)
モータ（30分定格出力）	DC 24 V 360 W×1
バッテリ（5時間率）	12 V 35 AH ×2 (シールド)
充電器	マイコン自動充電機能内蔵（温度補正付）
タイヤサイズ	前：3.00-4 後：70/100-8
駆動方式	後2輪直接駆動方式（デフ付）
最高速度	2~6 km/h 無段階調整式
実用登坂角度	10°
連続走行距離	25 km (6 km/h,平坦路)
最小回転半径	1,470 mm
段差乗り越え高さ	90 mm
溝乗り幅	120 mm
使用者最大体重（積載物含む）	100 kgf

### 5. 製作1

バッテリとモータ・ユニットの上にシートがあり、楽に乗り降りができる構造であるのは分解しないでもわかる。しかし、今回使用するセニアカーを完全に分解して、ステアリング機構やコントロール・ユニット等の配置を確認（図4）し、効率よくコストをかけないで構想に合う形に改造ができるかを検討した。



図4 各装置の確認

あすたむらんどのソーラ・カーを製作する際に小学生の平均体型を調査して車両の各寸法を決定した経験から、あすたむらんどのソーラ・カーとサイズを合わせよう、ホイール・ベースを250 mm延長することとした。そのためにフレームをカッ

トしてスチール角パイプを溶接した。ステアリング機構はメイン・シャフトを支持しているプラケットを加工して角度を変更したメイン・シャフトは200 mmカットして溶接することとした（図5）。アクセルは手動式レバーから、自動車と同じように踏み込み式のアクセル・ペダルへと変更した。ブレーキに関しては、アクセル解除のみで強い制動力を発揮する電磁ブレーキのみとし、ブレーキ装置は設けないことで簡単に操縦ができる構造とした。スズキ社製とホンダ社製のセニアカーに対して同じ方法で改造を施すこととしたが、若干各メーカーにより部品取り付け位置やステアリング機構の違いがあり、ホンダ社製のセニアカーの改造を施す過程で、二人乗りにできるという構想を思いつき、この電動カートは二人乗り仕様とした（図6）。

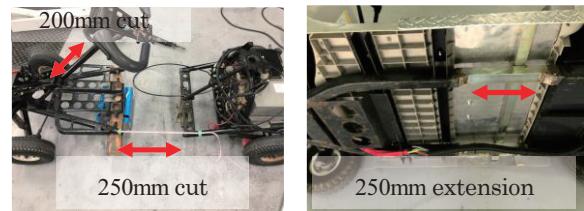


図5 改造



図6 ホンダ社製 二人乗仕様

完成した電動カート二台を図7に示す。あすたむらんどに収めたソーラ・カーを借りることなく、この完成した電動カートを地元小学校や学童施設にてキャリア教育体験学習にて活用できるようになり、効率向上へと繋がった。



図7 二台電動カート完成

### 6. 改良

一年間ほど各イベントや体験学習にて電動カートを活用した過程では特に問題は発生しなかったが、スズキ社製セニアカ

一で製作した電動カートのステアリング周りの雰囲気がセニアカーの面影が残っており（図8）,小学生からこの指摘を受けたこともあった。「セニアカーの面影をあまり残さない」という思いがあったので,この辺の改良を施した。



図8 セニアカーの面影

具体的には,電源スイッチ等が収まっている操作盤一体のステアリングの改良を施した。ステアリングに関してはゴーカート用の物（図9）を購入し,今回製作した電動カート二台共に同じ形にした。次に,各スイッチやランプ類を集約したパネルを製作した。このパネルは,今年度製作したeモータースポーツ研究車両のアクリル板を切り抜いた部分をリユース（図10）することで製作した。



図9 ゴーカート用ステアリング



図10 リユース メタ・パネル

## 7. 計画2

ホンダ社製で改造した電動カートが二人乗りになるという,当初想定していなかったアイディアが製作する過程で生まれ実行した。この二人乗りというのが小学生には好評であったため,もう一台も二人で乗れるものにしようと検討した結果,スズキ社製改造電動カートのレイアウト場二人乗りに改良することは困難なため,安価で購入したキャリーワゴン（図11）を一名乗車牽引カートへ改造して牽引することとし,二人乗り電動カートとすることとした。



図11 キャリーワゴン

## 8. 製作2

今回使用する購入したキャリーワゴンは,耐荷重 70 kgf であり十分な強度がある。しかし,この商品の目的に沿った構造と精度がこちらの求めるものと大幅に違うため,操舵機構や車軸周りを改造することとした。操舵可動部分は簡易的な構造であったため,ペアリングを介する構造へ改造,ホイールベアリングは取付精度が低く安定性が悪いので,車軸から作り直し,トレッド幅を大きくしてタイヤをレーシングカート用へ変更した（図11）。シートとハンドル,ステップを取り付けて,面白味のあるデザインにするためにセニアカーで不要になったステーを加工して工具箱を装着して完成した（図12）。連結部分に関しては,脱着が容易にできる構造とし,電動カートへ取付けた（図13）。



図11 操舵機構と車軸周り改造



図12 一名乗車牽引カート



図13 連結部分

## 9. 結果

今年度はコロナ感染症予防対策のため,小学生キャリア教育体験学習や中学生職場体験,更に高校体験授業やオープンキャンパス等のイベントも自粛を余儀なくされ,クルマやモノづくりの楽しさや素晴らしさを提供する場面が減少した。このような中でも,小学生キャリア教育体験学習に来学してくれた小学生に対して,今回製作した二人乗り電動カート二台(図14)を活用して,クルマを自ら操縦する楽しさを,体験を通して感じてもらい,SDGsに貢献している自動車業界の取り組みを伝えることができた(図15)。



図14 二人乗り電動カート二台



図15 キャリア教育体験学習

このキャリア教育体験学習に参加したすべての小学校より,教育の観点から感謝の手紙が数日後に郵送で届いている(図16)。その手紙の内容はとても心温まる内容であり,このような啓発活動を実施することに関してモチベーションを上げてくれる。男の子も女の子も全員が自動車業界をめざして

くれるように捉えられる内容であるが,大きく成長していく過程で,この思いは薄れていき,消えてしまうのであろうか。一人でも多く,この思いを持ち続けて欲しいものである。

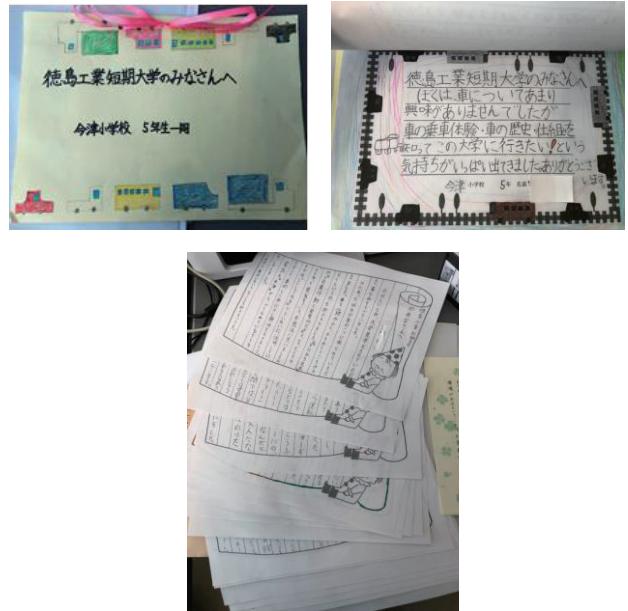


図16 感謝の手紙

## 10. まとめ

小・中・高生に対して,興味を抱かすおもしろそうな体験ができるクルマや実験装置を考案して具現化し,啓発活動を続けていきたい。そしてさらに多くの小・中・高生に体験教育を通して,クルマの楽しさやモノづくりの楽しさを伝えて,進化を続ける自動車,SDGsに関わるHV・EV・FCVといった地球規模の環境問題に対する自動車技術について関心をもつてもらい自動車業界に携わることを目指してほしいと願う。

## 参考文献

- (1) 株式会社リクルートマーケティングパートナーズ:【21年度:私立大学】総合型&学校選抜型志願状況(20210115現在)
- (2) 日刊自動車新聞社:自動車整備業界動向調査レポート,  
<https://www.forval.co.jp/consulting/pdf/forval-shoukei200917.pdf>
- (3) 社団法人 日本自動車整備振興会連合会 調査企画部 調査企画課:平成31年度 自動車分解整備業実態調査結果の概要について,  
<https://www.jaspa.or.jp/Portals/0/resources/jaspahp/member/ata/pdf/H31jittaityousa.pdf>
- (4) 島田清, あすたむカートの研究開発(その1), 徳島工業短期大学紀要 Vol.19 p.35-38 (2015)

# eモータースポーツの導入計画と初年度の成果について

徳島工業短期大学 多田博夫, 助道永次, 鎌田 孝, 廣瀬博文, 東條賢二

**KEY WORDS:** eスポーツ, モータースポーツ, ゲーム, レーシングシミュレータ, 体験会, 部活動,

## 1. まえがき

2020年4月より本学への導入検討を開始したeモータースポーツは授業での教育効果の検証を経て7月末に設備を導入、同時にeモータースポーツ部を立ち上げ、オープンキャンパスや地域開放型体験会の実施などを行ってきた。本取組に対して徳島県からの助成金獲得し、取り組みが新聞掲載されるなど高い外部評価も得た。本稿ではeモータースポーツの導入計画から機器選定、教育、部活動、地域開放などの取り組みについて述べると共に、今後の活動方針について考察する。

## 2. eスポーツとeモータースポーツ

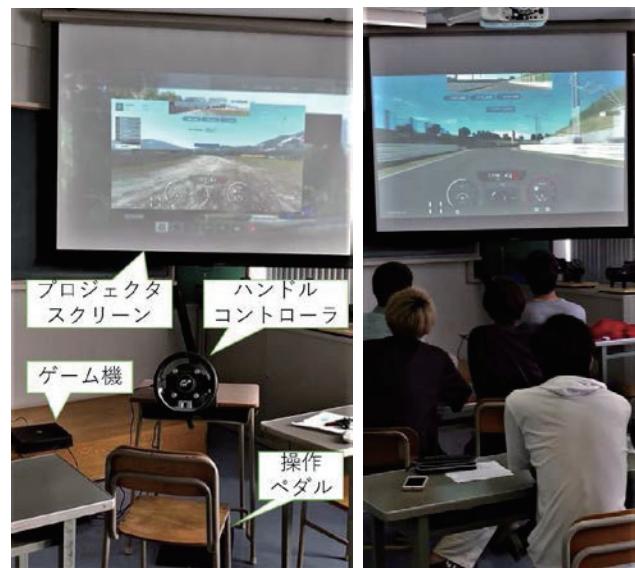
eスポーツはコンピュータゲームを用いている。ゲームは青少年の健全な育成の妨げに成るとの考え方も根強く、世界保健機関(WHO)が日常の生活よりもゲームを優先する状態などが1年以上続くゲーム障害を疾病として認定し、2022年1月より発効<sup>1)</sup>されるのを受け、日本ではコンピューターエンターテインメント協会(CESA)が科学的な調査研究に基づく効果的な対策を模索すると共に、ゲーム産業の健全な発展に向けて取り組んでいくことを開始した<sup>2)</sup>。また香川県はネット・ゲーム依存症対策条例<sup>3)</sup>を制定しており、コンピュータゲームの長時間の利用に対し制限を設けた。

国際オリンピック委員会(IOC)は、競技性のあるeスポーツはスポーツ活動と見なすことができ、関係する選手は伝統的なスポーツ競技の選手と同等のレベルで準備やトレーニングに打ち込んでいる。しかし、オリンピックに使用されるゲームにはオリンピックの規則・規制に従う必要があると結論付け<sup>4)</sup>、NBA 2Kシリーズ(バスケットボール)やFIFAシリーズ(サッカー)のような、実際のスポーツをシミュレートするようなゲームを中心に、eスポーツを承認することが提案された。eモータースポーツも競技性のあるスポーツ活動との位置づけから国際自動車連盟(FIA)公認のFIA GT チャンピオンシップ<sup>5)</sup>が開催され、約40万人の選手がオンライン選手権に参加した<sup>6)</sup>。国内では2019年開催の茨木国体に於いてeモータースポーツを含む3競技のeスポーツが初めて採用された<sup>7)</sup>。

## 3. 授業に於ける教育効果の検証

本学は自動車整備士の育成を目的とした短期大学であり、筆者が担当するモータースポーツ概論授業に於いてeモータースポーツを試験導入し、その効果を検証した。本授業は2学年前期前半の選択科目として開講しており、自動車の動特

性を理解し、スポーツ走行時の車体挙動を求める事ができることを到達目標に挙げている。はじめにコーナリング性能について自動車力学の視点から講義をし、次に動画教材を用いたスポーツ走行テクニックについて視聴した後に、グランツーリスモSPORT<sup>8)</sup>の操作体験を行った。本ゲームソフトはFIAや国体で正式種目として採用され<sup>5) 6)</sup>、子供でも入手や運用が容易なゲーム機であるプレイステーション4<sup>8)</sup>で使用可能である。本ソフトはゲーム機付属のゲームパッドにより操作できるが、eモータースポーツ競技では自動車と同様な操作を可能とするハンドルコントローラをUSB接続して使用するのが一般的である。本授業では四国大学より国体公認ハンドルコントローラであるThrustmaster社T-GTを借用して使用した。本機は前輪からの反力をハンドルに伝えるフォースフィードバック機能を有し、実車に類似した路面からのインフォメーションを確認しながら運転が可能である。また、アクセル、ブレーキ、クラッチの3ペダルを有し、パドルシフトによる変速が可能である。授業では教室の机にハンドルを固定し、画面をプロジェクタに映すことで操縦者と共に受講者全員が運転状況を確認できるよう配慮した。図1に使用機器と授業の様子を示す。



a) 使用機器

b) 実習の様子

図1 グランツーリスモ操作実習

本授業ではゲームソフト内のドライビングスクール機能を用い、90度の単独コーナから、連続コーナ、ヘアピンコーナ

など難易度が異なる8課題を設け、希望のレッスンを体験できるようにした。本課題ではアウトインアウトのハンドル操作をスローインファストアウトのペダル操作と共に使う必要があり、目標タイムを達成することで適切な操作が出来たと判定される。受講者の多くは初級レベルの90度単独コーナを選択したが、目標タイムをクリアした学生は少数であり、多くの学生はコースアウトを繰り返していた。

本授業には19名の学生が受講し、90分の授業時間を使って一人当たり3分から5分の体験を行った。時間内に目標タイムをクリアできる学生は少なかったが、全員が集中してトライを繰り返し、授業終了後も4名の学生が1時間居残って練習を行った。

本授業の結果、スポーツ走行の理論をバーチャル環境での自動車運転で体験可能であることが分かった。しかし加減速の加速度や遠心力が体感できない事や、スピード感が無いために運転しにくいとの声も得られた。また、ドライビングポジションが実際の自動車と異なっている、ペダルが踏みにくい、マニュアルシフトで運転したいとの声も有った。

本授業は4名の教員が見学し、2名の教員が体験をした。学生が熱心に体験をすると共に、他の学生の運転も興味を持って見てていることが評価された。

### 3. eモータースポーツ導入計画

eモータースポーツの導入が本学の教育に効果的かを検証し、試験運用や関係者からの意見を聞いた結果、以下の目的に効果が期待されると考えた。

- ①入試広報効果：オープンキャンパス等で高校生向け体験
- ②教育効果：自動車力学の視点から車両の運動性の体験
- ③部活動の活性化：eモータースポーツ部の創設

#### 自動車部の運転練習

- ④地域貢献：一般開放

eモータースポーツを本学の看板のひとつとするために、遊びの要素が強い単なるゲーム機ではなく、自動車の運転練習をするためのシミュレータ装置であることに拘ったシステムを目指し、以下の要件を掲げた。

- ①実車と同様な着座ポジションで運転操作を行う。
- ②実車と同じ運転操作を可能とするインターフェイスとする。
- ③実車に近い情報を視覚や聴覚、体で感じることが出来る。
- ④国体やFIA公認レースなどに参加できる。
- ⑤実車の運転スキルの向上に寄与する。
- ⑥中高生などの初心者も自動車の運転の楽しさを味わえる。
- ⑦洗練された外観で、本学の看板とできる。

これらの要件に於いて④実車の情報を体感できるシステムを実現させるためには乗員に加速度を与える必要があり、パイロット養成に使用するシミュレータの様に座席やコックピット全体を実際に振動させる必要がある。座席を実際に動かすために複数のアクチュエータをコンピュータ制御により動

作させる必要があるが、よりリアルさを得るために除外できない要素であると考えた。また複数の学生や中高生が運転練習や体験を行うためには同じ性能のシミュレータを複数揃える必要がある。リアルさの追求としては自動車の外観のリアルさも必要との声があり、以下のシステム構成を目指すこととした。

- ①座席稼働を伴う装置：7軸レーシングシミュレータ 1式
- ②座席固定の装置：グランツーリスマシンシステム<sup>9)</sup> 4式
- ③実車をeスポーツに改造：本学オリジナル 1式

## 4. 導入システム

### 4.1 7軸レーシングシミュレータ

実車の運転をよりリアルに再現するために、トリプルディスプレイで視野角を広げ、7本のアクチュエータにより運転席全体を振動させることで車体加速度やタイヤスリップ、路面の状況を体全体で体感できる。前輪からの情報をハンドルへ伝えるモータは強力であり、レースカー実車に近いトルクを乗員に与えるために、設定によってはレーシンググローブの着用が必要となる。3ペダルとマニュアルシフター、サイドブレーキを備え、サーキットからドリフト、ダート等に対応できる。シミュレータとゲームソフトはゲーミングPCを用いて駆動し、ゲームソフトは主にアセットコレクション（サーキット・一般公道用）、ダートラリー2.0（ダートラ・ラリー）を使用する。外観を図2に示す。



図2 7軸レーシングシミュレータ

### 4.2 グランツーリスマシンシステム

ゲーミングパッドでも操作できるゲームであるが、前述の要件の③以外を達成するためにバケットシートを備えたパイプフレームにハンドルと3ペダル、マニュアルシフターを装着し、ディスプレイは1基であるが50型の大画面とした。ハンドルはフォースフィードバック機能を有し、ハンドルを介した路面情報を得ることが可能である。本機は4式を導入し、

3式を玄関ロビーに設置した。これらは無線 LAN と接続し、FIA 公式戦を含む各種レースに参加できると共に、仲間同士の草レースを開設することも可能である。



図3 グランツーリスモシステム

#### 4.3 実車のeモータースポーツ化

前述のシステムは車の運転のリアリティを追求したが、外観は決して車ではない。視覚的に本学の看板となるeモータースポーツマシンとして、実車に乗り込んでeモータースポーツを楽しむシステムを作成した。ベース車両はパイプフレームにFRPボディの軽量車両から更にエンジンを取り外した車体にトリプルディスプレイとゲーミングPC、ハンドルコントローラ類を取付けたものであり、アセットコルサとダートラリー2.0が利用できる。ゲームから実車へ興味を誘引する目的での利用を想定しており、各種イベントへの出展も視野に入れている。



図4 eフォーミュラミニ<sup>10)</sup>

#### 5. 利用実績

##### 5.1 部活動

eモータースポーツ環境の構築では装置の組み立てからシステムのセッティングなどの作業が必要である。これらの作業にはeモータースポーツ部設立を願う学生に加え、一般学

生も参加し、短期間でのセッティングが完了した。ネットワークとの接続、初歩的な操作方法の学習を経て、一般学生向けグランツーリスモ体験会を7月29日に開催し、後期開始後より部活動として活動が開始した。体験会の様子を図5に示す。これらの設備はeモータースポーツ部と自動車部が部活動として使用し、オープンキャンパスなどでは部員が指導を行っている。

個人IDでログインして使用するグランツーリスモはネットワーク利用権の購入が必要であり、eモータースポーツ部員はPlayStation Plus利用権の購入を求めており、共有ライセンスは3セット購入し、運転練習に使用する自動車部員とオープンキャンパス等の体験会用として使用している。但し、国体を含むすべてのネットワークレースへの参加に個人IDが実用であることから、利用頻度の多い自動車部員へも個人IDの取得を推奨している。

eモータースポーツ部員の多くは次年度開催の国体県代表を目指し、基本練習によるスキルアップと、デイリーレースやFIA GT ネイションズカップ地区予選等のポイントレースに参加してドライバーズレーティング等の個人レベルを高めている。また外部予算により地域開放型の練習会を開催し、昨年度国体県代表選手（徳島県成人の部、徳島県U18、鳥取県成人の部）3名による指導を受けている。

7軸レーシングシミュレータは設定項目が非常に多いことから、eモータースポーツ部員の1名がシステム管理からプログラムアップデートなどの全てを担当している。特にアセットコルサは世界中のユーザーがMODと呼ばれるプログラムデータをネット上に公開しており、グラフィックスの向上、コースの追加などを本シミュレータに追加導入している。本シミュレータは実車の操縦感覚に近く、体力も必要とする。運転操作の難易度は高いが、実車を知る大人に人気が高い。ダートラリー2.0は主に自動車部の学生と卒業生が使用しているが、実車でのダートラ経験者しか乗せこなせていない。



図5 グランツーリスモ体験会

## 5.2 オープンキャンパス・体験会

eモータースポーツ設備の外部公開は8月9日のオープンキャンパスで試験運用し、9月27日のオープンキャンパスよりeモータースポーツ部員2名を指導者として実施した。同時に徳島県eスポーツ推進費補助金を申請し、10月15日に「中高生を対象としたeモータースポーツ体験とU18選手の育成事業」として採択され、計5回分の地域開放に係わる人件費が助成された。本事業では午前中に中高生向け体験会を開催し、本学eモータースポーツ部員が指導に当たった。開催5回中2回はオープンキャンパスと同時開催であり、オープンキャンパス参加の高校生が体験会に参加する形とした。単独開催日では参加者集めに苦慮したが、近隣高校卓球部の参加協力もあり、当初予定の人数を確保できた。図6に体験会の様子を示す。

午後は経験者向け強化練習会（図7参照）を開催し、県代表として茨木国体に出場した選手3名が日替わりで講師として来学し、本学部員と地域選手の指導を行った。本取組は次年度国体U18選手の育成を主目的としたが、これに該当する高校生は1名のみであり、強化練習会参加者の多くは高校3年生と大学生、社会人であった。

練習会は仮想システムを含む4台をネットワークでつなぎ、レース形式での練習を繰り返し実施した。練習メニューは外部講師が作成し、運転操作方法などの技術的指導を適時加えることで参加者のレベルアップに繋がった。



図6 オープンキャンパス



図7 eモータースポーツ強化練習会

## 5.3 外部連携と広報活動

徳島県では、県が中心となり2009年開催の「マチ★アソビ」に続くコンテンツとしてeスポーツを導入し、その後2019年に徳島eスポーツ協会<sup>11)</sup>を設立、本学は2021年1月に加盟した。県と協会関係イベントへの参加は、eスポーツステージとくしま・オンラインWEEK<sup>12)</sup>グランツーリスモSPORT部門に2名参加し本学OBが3位入賞した。また、令和2年度徳島県eスポーツ推進費補助金交付対象事業<sup>13)</sup>に選定され、5.2節に示す中高生を対象としたeモータースポーツ体験会とU18選手の育成事業<sup>14)</sup>を実施した。

徳島eスポーツ協会からの要請により、東清末商店街で開催されたとくしまeスポーツフェスティバル闘電街2<sup>15)</sup>に、4・3節に示すeフォーミュラミニを用いた体験試乗会を行った。本体験会では初級からエキスパートクラスまで4つのプログラムを時間設定した予約制としたことで、子供から大人まで約70名の体験者がスムーズに試乗することが出来た。また車体後方に外部ディスプレイを設置し、見学者も運転の様子を楽しめるようブースを設営し、本学教員3名が体験者の整理と見学者への説明を、eモータースポーツ部員が体験試乗者への運転指導を担当した。（図8、9参照）



図8 とくしまeスポーツフェスティバル闘電街2の様子



図9 闘電街2での運転指導と見学者への説明

新聞への掲載として、徳島新聞（12月15日）に全国でも珍しいeモータースポーツクラブが設立したとの記事が掲載され、日本経済新聞（2月13日）くらし探検隊のeモータースポーツ特集記事の中に、教育現場への適用例として本学の取り組みが写真付きで掲載された。（図10、図11参照）



図 10 徳島新聞掲載記事



図 11 日本経済新聞掲載記事

## 6. 今後の計画

eモータースポーツ設備は広報効果を期待して本館玄関ロビーに設置してきたが、設置場所を5号館に移すことで他の場所に分散していた装置を集約する。これによりeモータースポーツ設備はeフォーミュラミニ、7軸レーシングシミュレータ、グランツーリスモシステム4式となる。四国大学からはeモータースポーツにおける共同研究の打診も有り、更に充実する可能性もある。授業では、前学期後半に開講するモータースポーツ概論授業で利用を進め、教育効果の検証を行う。

徳島県eスポーツ推進費補助金は令和3年度も予算化されることを見込み、年度初めの本学オープンキャンパスでは大学予算で体験会を開催し、夏以降の体験会は県予算の充当を見込む。今後も地域に根付いた活動により入試広報への貢献度を向上させる。

部活動では四国大学とのオンライン練習、交流会講師とし

て招聘した選手との交流を継続すると共に、U18選手育成事業に本学学生の練習を連動させ、部員のスキルアップを目指す。国体地区予選（4月開催予定）、eスポーツステージとくしま（8月開催予定）へは多数の参加と入賞者を出することで、部員のモチベーションアップと共に大学の知名度アップにも貢献させる。

## 7. 結言

本学のeモータースポーツへの取り組みは始まったばかりであるが、自動車の大学である本学の強みとeスポーツ推進を図る徳島という環境に上手くマッチし、県の予算を獲得しての体験会の開催、新聞紙面への掲載など外部からも高い評価を得ることが出来た。eモータースポーツを単なるゲームとして終わらせず、本学ならではの活用法を今後も模索したいと考えている。

## 参考文献

- (1) 日本経済新聞：ゲーム依存は病気 WHO 国際疾病の新基準,  
<https://www.nikkei.com/article/DGXMXZ045280950V20C19A5MM8000/>
- (2) コンピューターエンターテインメント協会：ゲーム障害に関する調査・研究の概要について,  
<https://www.cesa.or.jp/uploads/2019/info20191126.pdf>
- (3) 香川県：香川県条例第24号、香川県ネット・ゲーム依存症対策条例,  
<https://www.pref.kagawa.lg.jp/documents/10293/0324gi24.pdf>
- (4) Orland, Kyle : Violent video games not welcome for Olympic esports consideration, Ars Technica,  
<https://arstechnica.com/gaming/2018/03/olympic-committee-open-to-esports-but-only-without-violence/>
- (5) GRAN TURISMO : FIA グランツーリスモ チャンピオンシップ 開催概要,  
[https://www.gran-turismo.com/jp/gtsport/fia\\_championships/2020/](https://www.gran-turismo.com/jp/gtsport/fia_championships/2020/)
- (6) Toyota Gazoo Racing : e-Motorsports,  
<https://toyotagazooracing.com/jp/e-motorsports/about/2020.html>
- (7) 全国都道府県対抗 e スポーツ選手権 2019 IBARAKI,  
<https://www.ibaraki-esports.com/e-47/index.html>
- (8) Sony : PlayStation®4 公式 HP,  
<https://www.sony.jp/playstation/ps4/>
- (9) Sony Interactive Entertainment : グランツーリスモ SPORT 公式 HP, <https://www.gran-turismo.com/jp/products/gtsport/>
- (10) 助道永次、多田博夫、平野一正 : e-モータースポーツ体験車両製作（自動車実車とe-モータースポーツの融合に関する研究），徳島工業短期大学紀要第25号

- (11) 徳島 e スポーツ協会：  
<https://tokushimaesports.wixsite.com/e-sports-tokushima>
- (12) 徳島県:e スポーツステージとくしま・オンライン WEEK,  
<https://www.pref.tokushima.lg.jp/ippannokata/kyoiku/bunka/5038513>
- (13) 徳島県：令和 2 年度「徳島県 e スポーツ推進費補助金」  
交付対象事業,  
<https://www.pref.tokushima.lg.jp/ippannokata/kyoiku/bunka/5027564/>
- (14) 徳島工業短期大学公式 HP : e モータースポーツ体験会,  
<https://www.tokuco.ac.jp/emotersports.php>
- (15) 徳島経済新聞：徳島・東新町商店街で e スポーツイベン  
ト「闘電街 2」， <https://tokushima.keizai.biz/headline/426/>

# 運転スキル向上を目指したVR教習システムの開発

徳島工業短期大学 多田 博夫, 助道 永次, 鎌田 孝

**KEY WORDS:** Virtual reality, Camera, Communication, Transmission speed, Driving skills, lessons, Motor sports

## 1. 背景と目的

VRはVRゴーグルを装着することで仮想現実や遠隔地の情報を視覚に提供するシステムであり、ゲームや疑似的な旅行などに加え、離れた場所から機器類を操作する遠隔操縦(FPV)技術として医療や自動車・建設機械、そしてホビー用ドローンに利用されている。ここで提案するVR教習システムは実車に搭載したカメラとVRゴーグルを無線で繋ぎ、離れた場所から自動車運転手の視界を共有するシステムとなっている。利用パターンは、①指導教員の運転を受講者が聴講する方式、②受講者の運転を遠隔より講師が指導する方式の2種類を状況に応じて使い分ける。

本調査研究では、死亡事故に繋がりやすい操作不適事故を減らすことを目的とした運転スキル技術の向上を目指した。操作不適による交通事故は運転スキルや経験の不足による慌てやパニックが誤った運転操作の原因となっており、比較的高い速度域で発生することから重大事故に発展しやすい。

本システムの有効性を確認するため、本学自動車部の学生を対象とした実証実験を実施した。自動車部1年生の多くは自動車運転の経験が浅く、基本運転からサーキット、ダートコースを用いたスポーツ走行を練習する。これらの練習やレースに本システムを使用し、練習効果の検証を行うことで本システムの有効性を確認した。

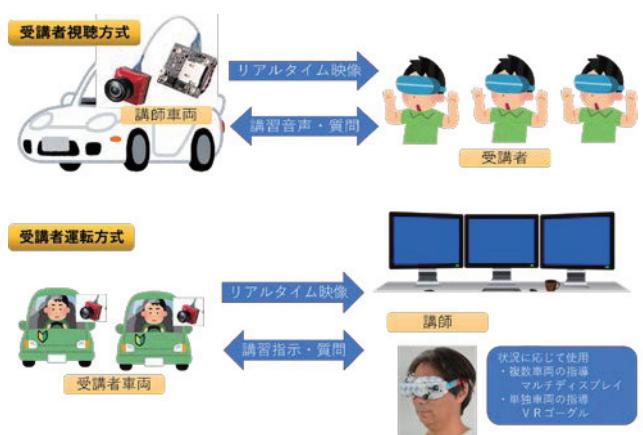
## 2. 交通自己分析

内閣府交通事故分析結果<sup>1)</sup>より、死亡事故発生件数は交差点(1667件)よりも単路(1835件)が多く、操作不適事故分析結果<sup>2)</sup>より免許取り立ての若者と身体能力が低下した高齢者に操作不適に起因する交通事故の発生率が高くなっている。またハンドル操作不適は比較的高い速度で発生しており、死亡事故に繋がりやすい。高い速度域での走行中はスキル不足の運転者にとっては精神的に余裕が少ない状況であり、何らかの要因から慌てやパニックを誘引し、誤った操作から事故が大きくなると推定される。

一方では自動車に搭載される安全装置は高度化し、交通事故は減少傾向にある。アンチロックブレーキ(ABS)や横滑り防止装置(ESC)はタイヤの最大性能を引き出すことが可能であり、衝突防止装置、踏み間違え防止装置は追突事故などの防止に貢献している。しかし路面と唯一接続しているタイヤ能力を増加させる効果は無く、各種安全装置の作動は低速域に限定されることが多い。安全装置の作動限界を理解した運転スキルの習得が必要と考える。

## 3. システム概要

提案するシステムは実車に搭載したカメラとVRゴーグル等のディスプレイを無線で繋ぎ、離れた場所から運転状況を確認できるシステムとなっている。VR教習システム概要を図1に示す。利用形態は図2に示す2種類存在し、①受講者視聴方式では指導者の模範となる運転操作を受講者が教室などの離れた場所で聴講し、指導内容や質問をリアルタイム音声で会話できるものとする。②受講者運転方式では遠隔より指導者が受講者の運転操作を指導する方式であり、自動車教習所の無線講習で複数の受講者を指導する場合や、モータースポーツ等の同乗が困難な場面に効果が期待できる。



## 4. 通信システムの検討

本研究に用いるVR教習システムでは映像の遮断や遅延を防ぐためにFPVドローン競技に用いられる5.8GHzアナログ通信方式を採用した。テレビ放送はデジタル化され、鮮明な画像が届けられるようになった反面、地上デジタル放送では約2秒の映像遅延が発生する。例えば野球放送をアナログ波であるラジオと地上デジタル放送の両方で視聴した時、映像の遅延の大きさに驚かされる。時速60km走行の自動車に2

秒の映像遅延が発生すると、走行距離 33m の遅れとなり、映像の遅延はリアルタイム教習の妨げとなる。現在 5G 通信により映像遅延は少なくなる傾向にあるが、デジタル通信では映像の圧縮と解凍に時間を要し、デジタル処理機器のスペックに影響を受ける。

通信方式の異なる市販ドローン 2 種による映像の遅延時間測定試験を行った。図 3(a)に示す DJI 社 Mavic Mini は 2.4GHz デジタル通信により映像を送信するタイプであり、撮影画像は主にドローン本体搭載の SD カメラに記録され、伝送画像はカメラアングルの確認など補助的に利用する。図 3(b) WALKERA rodeo110 は 5.8GHz アナログ周波数変調方式の F8W が採用され、ドローン画像を VR ゴーグルに送り、その画像を見て操縦するため、映像の遅延時間が少ない方が採用されている。

映像の遅延時間は振子運動を上記 2 種類の方式で通信し、ディスプレイに表示されたものと、実際の振子を 1 台のビデオカメラで撮影し、コマ数から遅延時間を測定した。図 4 は rodeo110 撮影の振子が真下通過のタイミングを基準としたものであり、この時点に於いて実際の振子は左側に通過しているが、DJI Mavic は基準線に到達していない。FPV ドローンの映像遅延は非常に小さいとされているが、rodeo110 の遅延時間は 30ms、DJI Mavic mini は 60ms となった。同機の仕様書に示された遅延時間は 170 ~ 240 ms と記載されており、状況により遅延時間が大きくなる可能性も危惧される。

2 種類のドローンを車載し、映像通信を試みた。画像の鮮明さに於いてはデジタル通信が優れるが、距離や障害物などにより受信感度が低下したときに、デジタル通信はコマ落ちや映像遮断が発生したが、アナログ通信では画質が不鮮明ながらも映像受信は継続した。しかし、両機ともに車載状況では電波到達距離が実用距離に達せず、高出力化を目指した。



a) DJI Mavic Mini      b) WALKERA rodeo110  
図 3 予備実験用ドローン



図 4 映像遅延時間測定試験

電波利用は総務省が定める電波法<sup>3)</sup>により定められ、免許及び登録を要しない無線装置の電波出力は最大 20mW 程度と小さい出力に制限され、この出力では通信の確保が困難である。電波の高出力を許可する条件として 2 種類の免許区分が存在する。第三級陸上特殊無線技士以上の資格所持者が登録した送信機では最大 1W の出力が許され、本研究ではアマチュア無線 4 級以上の保持者が開局できる 5.8GHz 帯 1W, F8W 方式の送信機を使用する。送信機は総務省の技術基準適合証明が必要であるが、本システムに搭載した送信機は日本アマチュア無線振興協会(JARD)より個別認証を受け、開局申請に適合させた。なお、アマチュア無線は金銭上の利益のためになく、個人的な興味により行う自己訓練、通信及び技術研究のための無線通信に限定され、商用利用には第三級陸上特殊無線技士による開局が必要となる。

## 5. 実験装置

図 5 にビデオ送信機、図 6 に受信機とモバイルモニタ、VR ゴーグル、表 1 に主要機器の諸元を示す。送信機は FPV ドローン用に市販されているカメラと送信機、アンテナ、バッテリより構成され、熱対策用ヒートシンクを装着した。受信機は HDMI 出力が可能な受信機と VR ゴーグル専用受信機であり、モバイルディスプレイは屋外などで使用することを想定した選択となっている。

音声通話は携帯電話による同時通話が最も簡単で効果も高いが、通話料金等の問題で同時通話が可能なトランシーバを用いた。本トランシーバは免許不要モデルであり、420MHz 帯 10mw 出力となっている。

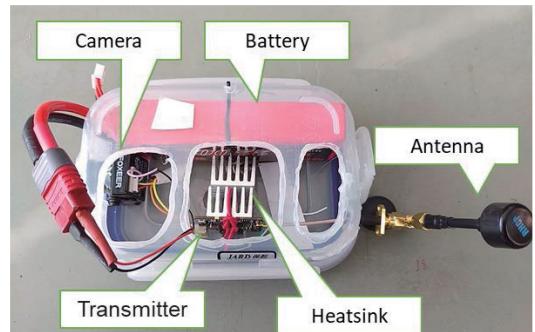


図 5 ビデオ送信機



(a)受信機とモバイルモニタ      (b)VR ゴーグル  
図 6 ビデオ受信機

表 1 主要機器諸元

Item	Product name	Remarks
Transmitter	TBS UNIFY PRO HV	5.8GHz 0.8W
Camera	Foxeer Razer Mini	1/3 CMOS HD
Battery	Kypom K6 LiPo	11.1V 2.2Ah
Receiver	Nrfell FPV RC-HD	5.8GHz 48ch
Mobile monitor	Lepow Z1	15.6inch
Receiver	FuriousFPV True-DX	
VR Goggles	Fat Shark Dominator HDO2	
Transceiver	Alinco DJ-P300	Simultaneous call

## 6. 実証実験

本システムの有効性を確認するため、本学自動車部の学生を対象とした実証実験を実施した。自動車部1年生の多くは自動車運転の経験が浅く、8の字走行やクラッチ操作などの基本練習から始め、本学敷地内に所有するダートコースでの練習を経て、近隣のサーキット等での練習、レース参戦となる。図7に本学自動車部所有車両を、図8に実証実験実施コースを示す。

本システムの基本性能確認を学内駐車場とダートコースに於いて確認した後、徳島カートランドと阿讚サーキットに於いてスズキアルトワークスを用いた練習走行とレース、香川スポーツランドに於いてトヨタスタートレットを用いたダートトライアルの3箇所に於いて合計5回の実証実験を行った。

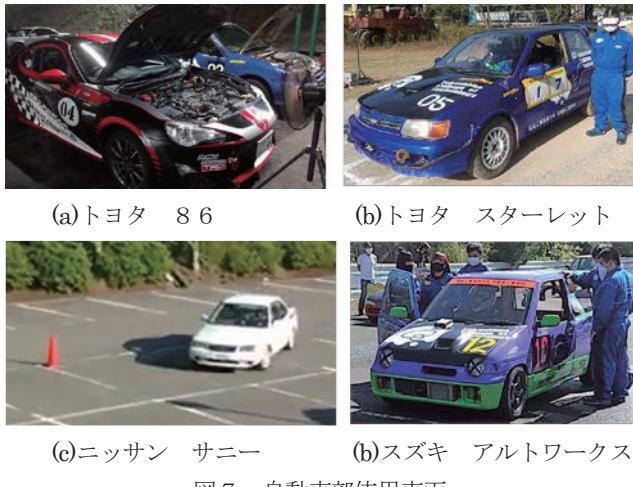


図8 実証実験仕様コース (●受信機設置場所)

阿讚サーキット<sup>4)</sup>に於いて開催され軽自動車耐久レース「ASAN Super Endurance Run」に用いたアルトワークスに搭載したビデオ送信機の搭載状況を図9に示す。実証実験では比較として図5に示すビデオシステムと図3(a)に示す空撮用ドローンを搭載した。カメラアングルは図10(c)の様に前方視界に加え、運転者のハンドル・シフトレバー・ペダル操作が分かる位置に調整した。運転中の映像は図9(a), (b)のビデオ送信機と空撮用ドローンから送信し、図6(a)に示す受信機とモバイルモニタ、図6(b)に示すVRゴーグルで画像を得た。図10(a), (b)にモバイルモニタの画面を示す。屋外用は太陽光の影響を受けたため、日陰などで確認をする必要が有った。図10(b)に示す空撮用ドローンからの画像は図10(a)の5.8GHzアナログ画像より鮮明であるが到達距離が受信機近くに限られ、本サーキットの様に距離や障害物のある場所では実用に至らなかった。



図9 送信機搭載状況



図10 受信状況

本システムの使用状況について説明する。阿讚サーキット(図8(d))はコース長1005mのJAF公認コースであり、アップダウンが強く、多くのコーナーはタイトである。コース図左側のテクニカルセクションはスピinnや接触の多い場所であるが、山に隠れピットエリアから車両の状況を視認できない。このようなコースを経験の浅い学生が少しでも安全に走行できるようにするために、レース経験豊富な本学卒業生が最初に運転し、学生はVRゴーグルによりコース状況や先輩の運転操作方法としてシフトタイミングやハンドル操作などを確認した。図11に受講者の状況を示す。学生が第2、第3ドライバーとしてレースに参加中は、図12に示すように顧問教員がモバイルディスプレイで運転状況を確認した。双方向トランシーバは通信距離が短く、ピット前でのラップタイム連

絡に留まり、リアルタイム指導には至らなかった。

図6(a)に示す受信機とモバイルモニタはピットエリア後方に設置し、学生や一般体験者のVRゴーグルはピットエリアから出た電波の届きやすい場所で使用した。5.8GHz帯の電波は直進性が高い反面、障害物には弱い傾向がある。VRゴーグルではコース左側のテクニカルセクションでは画像が粗くなり白黒画像になるときも有ったが、全コースの走行状況を確認することが出来た。モバイルモニタに接続した受信機は感度が低く、一部の映像が途絶えた。別置きアンテナ等を試みたが、アンテナケーブルによる損失が大きく、受信感度の改善に至らなかった。



図 11 受講者の運転操作確認学習



図 12 指導者による受講者の運転操作確認

VRゴーグルによる視聴を一般来場者やレース参加者に依頼し感想を得た。図13にレース参加者他チームのレース参加者が視聴する様子を示す。

一般来場者は図8(d)右下の赤丸●付近に観覧場所があるが、高低差や木々によりホームストレートと第1コーナー入り口までしか見ることが出来ず、主に直線加速とコーナー前の減速しか確認できない。このため、特に女性や子供は早い時間に退屈する傾向に有った。一般来場者のVRゴーグル体験では、未体験のサーキット走行をゴーグル越しに見ることが出来ることに驚き、フロントガラス越しのサーキットの映像や運転操作の状況など、そのひとつひとつに驚きを感じていた。何周もの走行を食い入るように見続け、その映像から車酔いの状況が出る人もいたことから、注意を即しながらの体験会を継続した。

運転スキル向上の観点から、他のレース参加者からも体験のコメントを得た。コースの様子や運転の状況など、ピットに居ながらにしてレース中の状況が分かりやすいと好評であり、体験者のスキルに応じて運転操作の方法やコース取りな

どの専門的な内容に注目する傾向が有った。また、同様なシステムを搭載したいとの声も多かった。多くのチームは車載カメラの映像をレース後に確認をすることはあるても記録映像の蓄積に留まっており、レース後に活用できることは少ない。操縦者の育成の観点ではリアルタイムで確認が有効であるとのコメントがあった。



図 13 一般来場者、レース参加者の体験

## 7. 自動車教習所への波及について

自動車教習所への本システムの適用について阿北自動車教習所(徳島県阿波市吉野町)指導員2名からヒアリングを行った。

教習に必要な映像の範囲は、図14に示すようにガラス越しの景色よりも運転者の操作状況が分かりやすい範囲が望ましいとの回答であった。ビデオを用いる同様な取組として、交通安全講習にビデオカメラで受講者の運転を撮影し(図15参照)，実技終了後に教室にて振り返り学習を行っていた。

運転免許取得のための無線教習への適応については、以下の課題があることが分かった。無線教習の時間数に制限が設けられ、自動車教習所の判断で無線教習時間を増やすことが認められていない。また、無線教習に使用する音声無線機や車外表示灯なども規定があり、カメラ通信機の追加が可能であるかは問合せが必要である。無線教習は指導員が同乗していないためにブレーキやハンドルなどを指導員が操作できず、これらの遠隔操作などの安全対策も併せて実施しなければ無線教習の時間数を増やすことは危険である。

以上のヒアリング結果より、免許取得時における適用よりも、免許取得後のスキル不足を補う講習に利用することが望ましいと感じた。



図 14 映像エリア



図 15 安全講習に使用するカメラ台

## 8. 結言

本研究の結果、FPVドローンで使用される5.8GHz通信を用い、運転手の視覚共有や運転操作の様子をVRゴーグルとモバイルモニタにより確認可能となった。アマチュア無線局

として許可を得た電波利用の範囲であるアナログ通信はデジタル通信に比べて画像の鮮明さに劣るが、電波が弱い状況でも映像が途絶えることなく視認できる画像が保たれた。

本学自動車部員に対して実施した学内ダートコースと徳島カートランドでの運転教習、阿讚サーキットと香川スポーツランドでのレースに本システムを採用した結果、目標とした①指導教員の運転を受講者が聴講する方式、②受講者の運転を遠隔より講師が指導する方式の両方で効果を確認できた。映像遅延も実用上問題なく、運転操作の遠隔指導ができるスピードが保たれていた。しかし、免許不要で使用できる双方向トランシーバでは通話可能距離が短く、携帯電話や業務用無線を用いる必要がある。

阿讚サーキットで開催された軽四耐久レースの競技参加者と一般来場者にVRゴーグルにより車載カメラ映像の確認体験の結果、コースや運転操作の状況が分かりやすいとの感想を得た。

VR技術は経験不足を補うなど目的に合わせた情報をよりリアルに視覚に訴えることが可能であり、VR教習システムは交通安全効果を高めるための視覚共有による遠隔指導、交通事故を予防する運転技術の習得に役立つと考える。また、自動車教習所の免許取得講習への適用は課題が残されているが、実施内容の自由度の高い安全講習からICT技術利用を進めて行き、その成果を広めていきたいと考えている。

#### 謝辞

本調査研究はe-とくしま推進財団 調査・研究事業助成<sup>5)</sup>を受けて実施しました。

実証実験に際しては、徳島工業短期大学自動車部顧問、部員に本研究及び実験内容を説明し、承諾を得たうえで実施しました。

一般見学者、レース参加者への視聴体験は事前説明を行い、承諾を得て実施しました。

阿北自動車教習所に於いて指導員より有益な意見を頂きました。

本調査研究にご協力いただいた関係者各位、e-とくしま推進財団に感謝いたします。

#### 参考文献

- [1] 平成29年度交通事故の状況及び交通安全施策の現況、内閣府,  
[https://www8.cao.go.jp/koutou/taisaku/h30kou\\_haku/zenbun/genkyo/h1/h1b1s1\\_2.html](https://www8.cao.go.jp/koutou/taisaku/h30kou_haku/zenbun/genkyo/h1/h1b1s1_2.html)
- [2] 「操作ミスの原因は? 若者と高齢者に多い操作不適事故」, GAZOO.com(トヨタ自動車)  
<https://gazoo.com/column/daily/16/09/26/>
- [3] 総務省 ドローン等に用いられる無線設備について  
<https://www.tele.soumu.go.jp/sys/others/drone/>

- [4] 阿讚サーキット, <http://www.nmt.ne.jp/~asan/>
- [5] e-とくしま推進財団、調査・研究事業助成  
<https://www.e-tokushima.or.jp/setting/research>

# 模型自動車を用いた遠隔型自動運転システムに関する研究

徳島工業短期大学 多田博夫

**KEY WORDS:** First-person view, Teleoperation, Remotely Control vehicle, Autonomous Driving

## 1. まえがき

自動車の自動運転に関する研究が急速に発展し、多くの国で完全自動運転の実現に向けた取り組みが進められている。自動化されていないレベル0の車両でもABSやESC等の安全装置が運転者の操作をアシストしてきたが、自動化レベルの進化と共に運転の主体が自動運転システムに移行し、利用者の乗車を要しない遠隔自動運転システムの実現も求められている。遠隔運転者の役割は、レベル2では遠隔にて常時の監視と操作が求められるが、レベル3では自動運転システムが運転の主体となり、システムが介入を要請するときに監視と操作を必要とする<sup>1),2)</sup>。遠隔操縦は映像を電波やネットワークを通して離れた場所に伝える必要があり、映像が到達するまでの遅延時間が遠隔操縦に悪影響を及ぼす<sup>3)</sup>。また、乗車時に体感できる加速度や振動、ハンドルへ伝わる路面からのフィードバックなどを伝えることが出来ず、運転操作のインテラクションも異なることも問題となっている<sup>4)</sup>。

利用状況を限定することが比較的容易な建設作業では雲仙普賢岳噴火後の無人化施工以降、危険な場所での作業の自動化が急速に進展している。建設機械での遠隔操縦者の視界については、実機に搭乗するオペレータと同じ視野で良いことが確認されているが、パワーショベルの掘削動作時のサイクルタイムが遠隔操縦では1.4倍必要との報告もあり<sup>5)</sup>、遠隔操縦では作業効率が低下している。このようなことから、走行速度が速く、外的要素が多く加わる一般道路に於いて自動車を遠隔操縦することが困難であることが予想される。

学内で遠隔操縦研究を安全に行うため、無線操縦の模型自動車に単眼カメラを搭載し、VRゴーグルを装着した遠隔操縦者に映像を伝送することで遠隔操縦を可能とする装置を製作する。本年度は映像遅延が20msの映像伝送装置を製作し、ステアリングとアクセルのみを無線操作する模型装置により運転操作を検証する。次年度以降はGPSやジャイロセンサ、超音波センサなどの搭載による自律走行制御を組み込み、自動操縦と遠隔操作の協調制御について調査を進める予定である。

## 2. 映像通信装置の検討

移動体の映像を無線で伝送する方式について検討する。ネットワークを介した監視カメラの遠隔視では約1秒の映像遅延が発生し、地上デジタル放送では約2秒となっている。2秒の遅れは時速60km走行の車両では33mの走行距離の遅れとなっており、この距離を縮めない限り高速走行中のリアルタイム遠隔操縦は不可能である。このため5Gによる通信速度の

向上や、総務省の電波利用規定などで対応が進められている。2016年8月31日に総務省が割り当てた無人移動体画像伝送システム<sup>7)</sup>では、169MHz帯（最大出力10mW）、2.4GHz帯（最大出力1W）、5.7GHz帯（最大出力1W）として割り当てられ、ドローンの利用例が増加している。特にホビーユ用のドローンレースに5.7GHz帯の使用が急増し、自作パーツが数多く販売されるに至った。本周波数帯の使用には無線技士資格と無線局としての認可を必要とするが、個人的な興味による自己訓練、通信および技術研究に限定した仕様であればアマチュア無線技士4級以上の資格での運用が可能であり、JARD（日本アマチュア無線振興協会）を経由して総務省の開局審査を得ることも容易となっている。本研究に於いてもアマチュア無線資格として認証を得た5.7GHz帯の無線装置を用いて映像通信実施した。

## 3. 実験装置の製作

本研究に使用したカメラシステムを図1に示す。運転手の視覚映像は1/3型フルHDカメラを1基用い、5.785GHz、800mW出力のアナログF8W方式の電波で送信をする。電源は11.1V2.2Ahのリチウムポリマー電池を用い、約2時間の連続使用が可能な容量となっている。

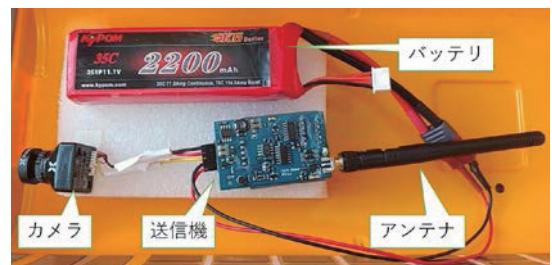


図1 カメラシステム

カメラシステム搭載車両は全長約0.5mの比較的大きな電動ラジコンカーとし、道路を選ばないビッグタイヤモデルとした。また、ボディ内部の空間が大きいモデルとしたことで、今後の電子パーツなどの拡張性を持たせた。カメラは右側フロントガラス内部の固定し、右ハンドル車両の視野を遠隔操縦者に与えるものとした。カメラの取付け状態を図2に示す。

遠隔地での映像は、VRゴーグルとディスプレイの2種類に対応させた。VRゴーグルはアンテナと受信機を内蔵しており、装着することで映像を視認できる。またディスプレイとの接続はHDMI出力が可能な受信機を用いることで対応させた。屋

外等ではモバイルディスプレイを、オープンキャンパスなどでは大型ディスプレイへの映像出力することを想定している。実験装置一式を図3に、諸元を表1に示す。



図3 実験車両とカメラ



図3 実験装置一式

表1 装置諸元

Item	Product name	Remarks
Transmitter	TBS UNIFY PRO HV	5.8GHz 0.8W
Camera	Foxeer Razer Mini	1/3 CMOS HD
Battery	Kypom K6 LiPo	11.1V 2.2Ah
Receiver	Nrpfell FPV RC-HD	5.8GHz 48ch
Mobile monitor	Lepow Z1	15.6inch
Receiver	FuriousFPV True-DX	
VR Goggles	Fat Shark Dominator HDO2	

#### 4. 走行実験と考察

オープンキャンパス用のラジコンカーコースを用いた走行実験を行った。実験車両の操縦はラジコン用プロポを用いているため、ゴーグルを用いない操縦は一般的なラジコンカーと同じである。車両を直接視認した操縦練習の後に、VRゴーグルを用いた操縦を実施した。実験の様子を図4に、VRゴーグルの映像を図5に示す。操縦者はラジコンカーの操縦に熟練しており、コースに対し車両サイズが大きいが、直接視認での操縦では脱輪せずに走行が可能であった。VRゴーグルを用いた操縦では走行速度を速めることができず、脱輪せずに周回することが出来なかった。車両とコースの両方を直接視認する一般的なラジコン操縦では車両位置を把握しやすく、理想のコースをトレースすることが可能であるが、カメラ視

点では車両の位置把握や速度感が分かりにくかった。これは実車の運転でも同様であり、運転者の視野を拡張するアラウンドビューモニタ等を併用することで運転操作を助けている。

ラジコンカーの運転習熟度の低い筆者の操縦でも同様な結果となったが、車両が操縦者に向かって走行する場面ではVRゴーグル着用時の操縦が容易に感じた。操縦者に向かう車両を向かって左に曲げたいとき、車両は右折させる必要がある。ラジコンに不慣れな者にとって、常に進行方向の映像を確認して操縦できる方式が操作にミスが少ないとも考えられる。現状ではバックミラーなども装着していない。車両位置を把握しやすい工夫により、運転の容易さが高くなる可能性もある。

操縦方法についても対策が必要である。現在は図3右端に示すラジコン送信機を用いるため、実車の操縦操作と異なる。このためeモータースポーツ用ハンドルコントローラとの接続など、実車操縦に近い環境整備も必要と思われる。



図4 実験の様子



図5 VRゴーグルの視界



図6 操縦装置の改良案

## 5. 結言

自動車業界は 100 年に一度の大変革の時代に突入し、「電動化」「自動化」「コネクティッド」「シェアリング」などの技術革新が急速に進んでおり、車両に搭載される電子制御装置の役割が拡大している。これに追従するように道路運用車両法が一部改正され、電子制御装置の整備には追加資格（エーミング）が必要となっている。今後更に進展する情報化社会において、車のある生活を守る自動車整備士の役割は益々重要となる。自動車の将来像を学べるこのような教材を更に発展させ、活用することでセンサやマイクロコンピュータ、情報通信技術を遊ぶように学べる環境を作りたいと考えている。

## 参 考 文 献

- (1) 自動車技術会：自動車運転自動化システムのレベル分類及び定義：JASO TP-18004,(2018)
- (2) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議:官民 ITS 構想・ロードマップ 2020: 内閣府, (2020)
- (3) 水島知央,神藏貴久,大前学：遠隔型自動運転システムにおける遠隔操作時の映像遅延が操舵の操作に与える影響の評価：自動車技術会論文集,Vol50,No3,pp970-976, (2019)
- (4) 杉町敏之, 郭鐘肇, 須田義大：自動車の遠隔操縦者の運動特性に関する研究(第 1 報)：生産研究, 72 卷 2 号, (2020)
- (5) 土木研究所, 情報通信研究機構：建設機械の遠隔操作技術向上に関する共同研究報告書, 国立研究開発法人土木研究所, No.489, (2016)
- (6) 総務省：ドローン等に用いられる無線設備について,  
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/drone/>

発行者 徳島工業短期大学 研究課  
〒779-0108  
徳島県板野郡板野町犬伏蓮花谷100番地  
TEL：088-672-2311  
FAX：088-672-2162  
URL：<http://www.tokuco.ac.jp>