

徳島工業短期大学紀要

第 19 刊

目次

研究論文

- 自動車エネルギーに関する研究
 - ーフライホイール式ハイブリッドシステムの可能性実証試験(1)ー
 - 助道 永次 1
 - 超音波燃料改質によるディーゼルエンジン燃費の改善
 - 宮城 勢治
 - 立石 清・森時 秀司 11
 - ブレーキ制動力検査用演習教材の試作 2
 - ーMB・テスト及び試験車両の改良ー
 - 花野 裕二 15
 - ストップ・ランプ電気回路の製作と回路の動作について
 - ー異常時動作視認装置ー
 - 岩瀬 一 裕 19
 - 水温センサ信号電圧による制御
 - ー外部診断機の実データ・モニター
 - 福栄 堅 治
 - 片岡 良・坂 裕 樹 23
 - エア・サスペンション実習装置試作 (その1)
 - 村上 和 義 27
 - ソーラーカーの製作 (その5)
 - ー高校生教育用ソーラーカーの製作ー
 - 小笠原 史也・島田 清 31
 - マイクロカーの電動化 (その1)
 - ー高校生向け教材の試作ー
 - 多田 好 宏・島田 清 33
 - あすたむカーの研究開発 (その1)
 - ーあすたむらんど園内周遊カーの企画ー
 - 島田 清 35

振動実習装置の製作 (その2)
 ー 振動装置の計画ー
 遠藤 春雄 39
 3Dプリンタを使つての教材製作の試作
 廣瀬 博文・平野 一正
 ... 島田 清・一級専攻科学生 41
 ブレーキ反応速度測定装置の製作と応用 (その3)
 ー 製作報告と運用についてー
 榊田 直人 45
 灯火パネルとトレーナーの製作報告
 ー 製作報告と運用についてー
 榊田 直人
 片岡 良・坂 裕樹 49
 車両メンテナンスによる燃費への影響について (その3)
 ー タイヤ空気圧と電気負荷ー
 吉田 愛二・前田 剛
 多田 好弘・自動車工専攻科1年 53
 自動車構造材料の軽量化と成形性
 ー 高張力鋼板のサーボプレスにおける摩擦係数ー
 中 哲夫 57
 入学前教育としての日本語授業の実践報告 (第2版)
 ー Skype を利用した遠隔日本語教育の試みー
 近藤 孝造 61
 四国EVラリー2014
 多田 好宏・吉田 愛二
 赤澤 雄輔・山脇 世良
 山口 将司 65
 ATRビルトの変遷
 伊丹 隆徳 67
 他誌掲載論文抄録
 71

2015年6月

自動車エネルギーに関する研究 —フライホイール式ハイブリッドシステムの可能性実証試験（１）—

徳島工業短期大学 助道永次

Keywords：ハイブリッド自動車技術，環境保全問題，モータースポーツ

I はじめに

1. 地球環境問題と自動車業界

地球環境問題に絡んだ省エネルギーに関する関心が世間では高まっているのが現状である。特に化石燃料といわれる石油燃料に依存してきた自動車業界は、深刻な問題として数年前から石油燃料に代わるエネルギーで走行可能な車両の開発に取り組んでいる。国内の CO_2 排出量の二割強を占める自動車からの CO_2 排出量対策は、地球温暖化に対して早々に解決すべき問題である。自動車の動力装置は、将来的には電気モーターを利用し、動力源としては水素を燃料とする燃料電池が有力視されている。いわゆる燃料電池車（FCV）であるが、FCV の普及には解決されなければならない課題が依然多く、本格普及にはまだ数十年を要するという意見も多い。一方地球温暖化を含めた地球環境保護は喫緊の課題であり、自動車としては FCV の本格普及までの間はハイブリッド車がその主役となると考えられる。

2. 自動車技術開発とモータースポーツ

ハイブリッド車の起源は古く、ポルシェ博士のミクスデまで遡るが、現代の主流のハイブリッドシステムは、内燃機関と電気モーターをシリーズ・パラレルに組み合わせたものとなっている。しかしながら、この方式では、バッテリーに蓄えられるエネルギー密度が低いため、例えばスポーツ走行の様な、頻繁な加減速走行を伴う運転では、運動エネルギーの回生効率が低くなってしまいう問題点がある。

これを解決する手法として、フライホイールを利用することが行われており、例えば F1 レースなどでは、フライホイールと CVT（またはモータとキャパシタ）とを組み合わせた KERS と呼ばれるシステムが 2009 年から採用されてきた。また市販乗用車でも、2013 年に VOLVO が採用したシステムでは、フライホイールと CVT とで構成される最高回転数 60000min^{-1} のフライホイールを使ったエネルギー回生システムを後輪に装備し、走行燃費を 25%改善したとうたっている。

運動エネルギーを効率よく回生するための機械装置として、電子制御された CVT を用いるというのは、工学

的にも最適に近いものと考えられるが、コストおよび重量の課題が残る。一方で、F1 で採用された KERS と呼ばれるシステムは、来年以降では排熱も回収するシステムを含め、ERS と呼ばれるものに進化してきている。これは、これまで熱を発生させることは効率上有害であるという固定概念に変更を迫るものであり、新たな発想の転換を行う必要があると考えられる。

このように数年前から、低公害車技術開発を世界各自動車メーカーが行っており、モータースポーツをとおして自社の技術力の優秀性を競い、その技術が市場の低公害車開発に活かされている。

II 本研究の目的

本研究では、運動エネルギー回生手法としてのフライホイールに着目し、フライホイールに蓄積された運動エネルギーを、構造が簡単なクラッチ機構によって動力に変換することにより、その際に発生する運動エネルギーと熱エネルギーの割合を明らかにすることで、最終的には構造が簡単で安価なフライホイールを用いた自動車の燃料消費率向上効果を明らかにするものである。

運動エネルギーの回収機構として、エネルギー密度の高いフライホイールを用い、自動車のタイヤの回転をフライホイールの高速回転に変換する機構として、構造の簡単なクラッチを用いることで、安価でレスポンスの高いハイブリッドシステムの可能性を探るものである。単純なクラッチを用いる場合、変換の途中で必ず滑りによる摩擦熱が発生するが、この際に発生する摩擦熱は、別途設ける熱回収機構で例えば電力に変換すればよく、システム全体に及ぼす効率低下は少ないと考えている。

具体的な研究内容としては、小型のスクーターからエンジンを取り除き、フライホイールとクラッチだけからなる機構を装着して、外部駆動によりフライホイールを約 10000min^{-1} まで加速したのち、半クラッチ状態で、スクーターの加速性能を測定するとともに、その間に発生する摩擦熱を測定し、フライホイールに蓄えられたエネルギーが、どのようにスクーターの運動エネルギーに変換され、どの程度が熱エネルギーに変換されるかを実

証的に研究するものである。

そこで、運動エネルギーを原動機とした場合、どのくらいの加速度を得られるのかを実験するために、その性能を評価する場面としてモータースポーツである SS1/32mile というレースに参加することが最適であると考えた (図 1)。

まず、SS1/32mile という競技は、約 50m の直線を早く走る、いわゆる、アメリカ発祥の SS1/4mile (0-400m) ドラッグレースの縮小した競技である。参加できる車両は小排気量の二輪車で、排気量やエンジンの種類によって各クラス分けがされている。

この競技は十年以上前から日本で開催され、毎年、加速度性能を向上させた車両が出てきている。今では上位トップクラスのタイムは三秒をきる性能である。上位クラスのバイクの加速度は 1G 以上の性能という事がわかる。しかし、この上位クラスも含めて参加車両のほとんどは、石油燃料を使用する動力源である。そこで、石油燃料を使わずに、運動エネルギーで加速するバイクで競技に参加することにより比較検討を行い、上位タイムで走れる性能にすることを目標とする。

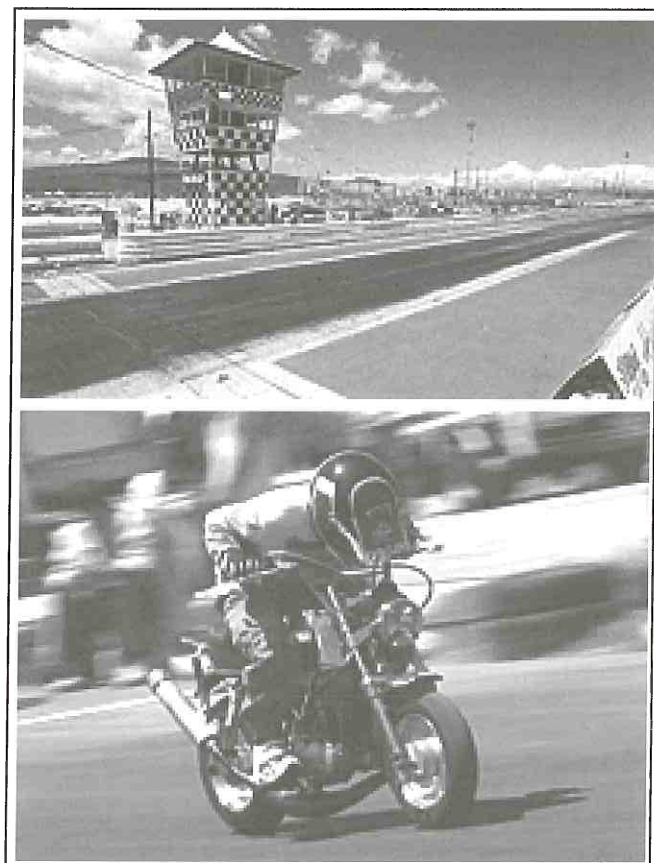


図 1 SS1/32mile レースイメージ 1)

III 研究計画・本研究概要

本研究の計画では図 2 であったが、計画通りに遂行できず破線の枠で括った部分であり、走行試験のところで失敗を繰り返してしまい、次のステップへ進行ができずに今年度はその途中報告となる。

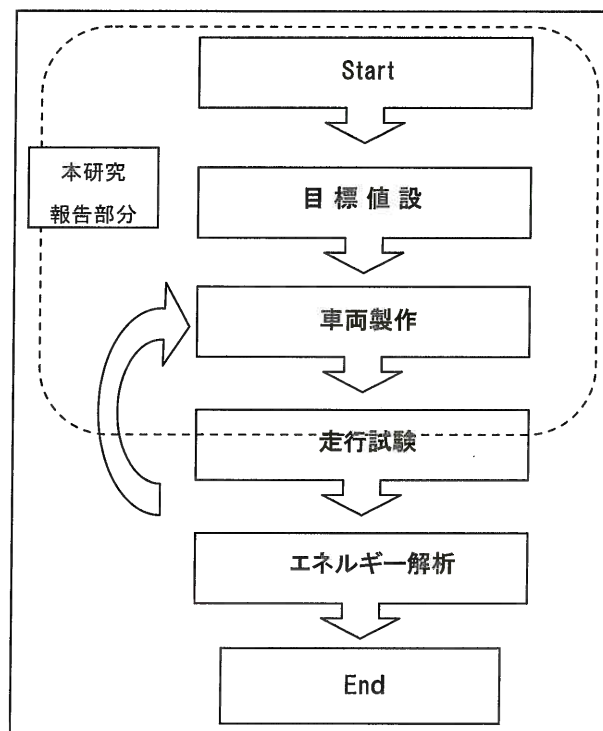


図 2 本研究計画

IV 目標値設定

何らかの方法で外部からフライホイールを高回転で回しておき、機械式摩擦クラッチを介して駆動輪にエネルギーを伝達するという単純な構造として、フライホイールの回転数と车速の関係からエネルギーを推測すると、図 3 のようなグラフになると仮定する。グラフの交点を、1/32mile(50.29m)により近づけるように設定して、目標タイムで走行できるようにするためには、フライホイールのスタート時点での回転数をどのくらいに設定するかを決定しなければならない。そこで、図 4 に示す問題設定を行った。

まずは、そもそも 0-50m の限界はいくつかというと、加速度 α は一定と仮定した場合、 $v = \alpha t$ 、走行距離 x は、 $x = \frac{1}{2} \alpha t^2$ だから、タイヤと路面の摩擦係数から α は最大でも 0.9G とおけば

$$50\text{m} = \frac{1}{2} \times 0.9 \times 9.8\text{m/s}^2 \times t^2$$

となるので、 $t=3.367\text{s}$ 。つまり 0-50m を 4 秒をきるためには、タイヤと路面の摩擦係数から 0.9G 以上の加速性

能というのは、標準タイヤでは難しいと推測された。その時の速度は、

$$v=0.9 \times 9.8\text{m/s}^2 \times 3.367\text{s}$$

$$=29.70\text{m/s}$$

$$=106.9\text{km/h}$$

大排気量スポーツカー並の加速である。

運動エネルギーを E で表すと、

自動車の運動エネルギーは、

$$E = \frac{1}{2} Mv^2$$

フライホイールの運動エネルギーは、

$$E = \frac{1}{2} \omega^2 J$$

である。

フライホイールのエネルギーが、自動車の運動エネルギーに変化されれば、スタート時点のフライホイールと、自動車の運動エネルギーを各々 I_{F1} , I_{V1} と表し、0-50[m]通過時のそれらを I_{F2} , I_{V2} と表せば、 I_{V1} はゼロなので、

$$I_{F1} - I_{F2} = I_{V2} = \frac{1}{2} Mv^2 = \frac{1}{2} M(29.70\text{m/s})^2$$

フライホイールの極慣性モーメントを I_p としスタート時点の回転角速度を ω_1 , 0-50m 通過時の角速度を ω_2 と表せば、

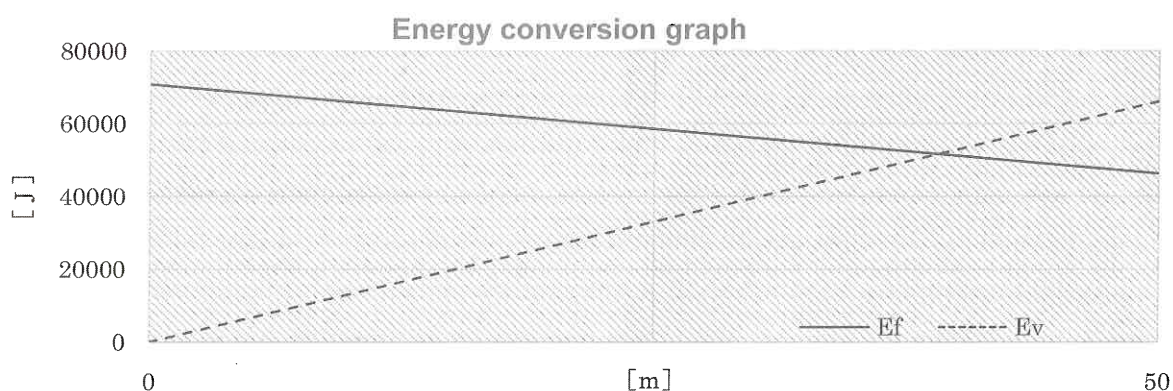


図3 推測グラフ

問題：1/32mile(50.29m)を4秒以内で走るには、
発進時にフライホイールは何回転必要か。

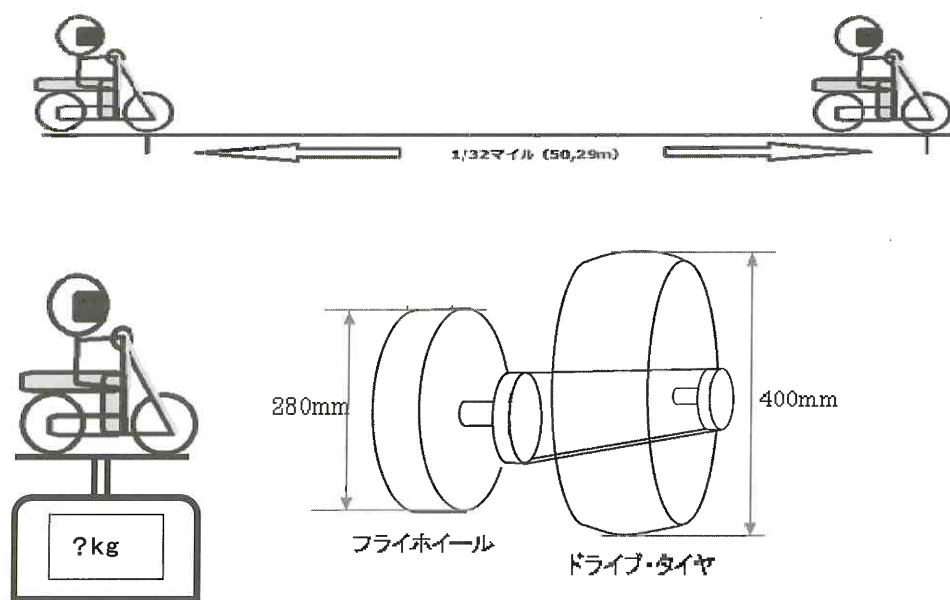


図4 問題設定

$$I_{F1} - I_{F2} = \frac{1}{2} I_P (\omega_1^2 - \omega_2^2)$$

である。

今回使用するフライホイールは、既存のものを使用する。フライホイール質量 M_2 は 11kg で複雑な形であり幾何学的な物体でないため、慣性モーメント J を実測して求める必要がある。実測方法として吊り下げ法により求めることにした。慣性モーメントはバネの復元力を計算する単振動の運動方程式と原理的には同じであるので、吊り下げたフライホイールの回転振動周期を計測して求める (図 5)。

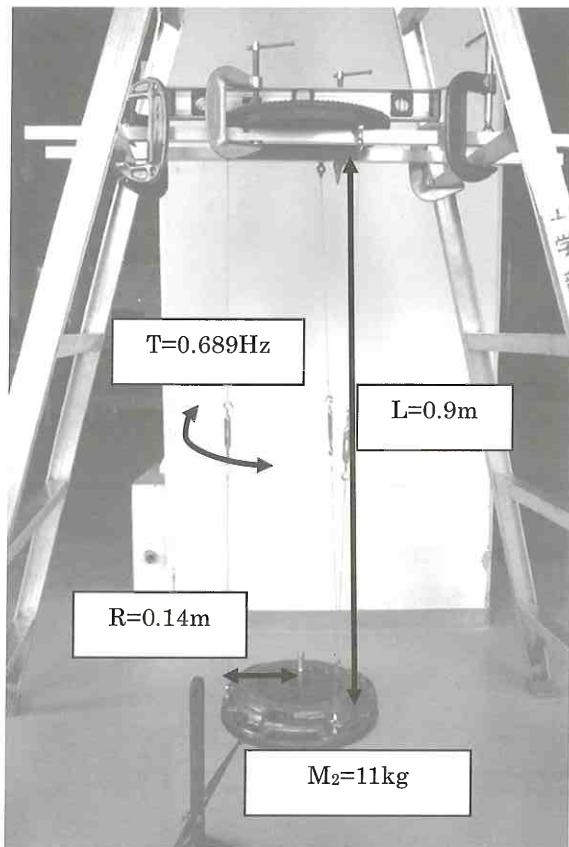


図 5 慣性モーメント実測

回転振動周期をビデオ撮影したのち、PC にて動画の中にタイマーを表示させて、コマ送り再生にて回転振動周期を測定した結果、20 回の振動周期は 29.00 秒であった。つまり振動数は、

$$f = 0.689\text{Hz} \text{ である。}$$

この与えられた定数を次の式に代入して計算することとした。

$$\begin{aligned} J &= \frac{mgR^2}{4\pi^2 f^2 L} \\ &= \frac{11 \times 9.8 \times 0.14^2}{4 \times 3.14^2 \times 0.689^2 \times 0.9} \\ &= 0.12539\text{kgm}^2 \end{aligned}$$

したがって、

$$\frac{1}{2} \times 0.12539\text{kgm}^2 (\omega_1^2 - \omega_2^2) = \frac{1}{2} M \times 29.70^2\text{m}^2/\text{s}^2$$

これから $(\omega_1^2 - \omega_2^2)$ を求めると

$$\begin{aligned} (\omega_1^2 - \omega_2^2) &= \frac{M}{0.12539\text{kgm}^2} 29.70^2\text{m}^2/\text{s}^2 \end{aligned}$$

ここで、 M を 150kg と仮定すると、

$$(\omega_1^2 - \omega_2^2) = 1055215.7/\text{s}^2$$

仮に $\omega_2 = 0$ だとした場合は、

$$\omega_1 = 1027.23 \text{ rad/s} = 9814\text{min}^{-1}$$

しかし、 $\omega_2 = 0$ というのは現実的でないため、 ω_2 を $\omega_2 = 0.7\omega_1$ とすると、

$$\omega_1 = 1062.6\text{rad/s} = 10152\text{min}^{-1}$$

今回使用する動力伝達方法は、機械式摩擦クラッチを使用する。半クラ中に発生する熱エネルギーが、フライホイールの運動エネルギーを摩擦でクラッチ側に伝わるエネルギーで車体の運動エネルギーとし、フライホイール側に発生する摩擦エネルギーが熱になると考え、これは作用と反作用と同じことになるため効率は 1/2 ということになる。発進時は滑り率が 100% であるが、0-50m 通過時点ではすべりがゼロになるので、発生する熱は平均すると半分で済むので、必要なエネルギーは 1.5 倍である。

したがって、 $\omega_1^2 - \omega_2^2$ の値が 1.5 倍必要になり、結果

$$\omega_1 = 15672\text{min}^{-1}$$

となる。

フライホイールを約 15000min^{-1} というのは現実的に不可能な回転数である。現実的な値に近づけるためには、車両の質量を小さくして M を 100kg と仮定した場合、 ω_2

を $\omega_2 = 0.7\omega_1$ とすると、

$$\omega_1 = 12796 \text{ min}^{-1}$$

$\omega_2 = 0.5\omega_1$ とすると、

$$\omega_1 = 12020 \text{ min}^{-1}$$

となり、これでもまだフライホイールの回転数は 10000 min^{-1} を超えるため、現実的には不可能と推測される。

次に、目標タイムを下げて、加速度 α を $0.6G$ として $\omega_2 = 0.5\omega_1$ とすると、

$$t = 4.124 \text{ s}$$

$$v = 24.25 \text{ m/s} = 87.30 \text{ km/h}$$

$$\omega_1 = 9814 \text{ min}^{-1}$$

であり、実現できるフライホイールの回転数に近づいてきたということは、やはりフライホイールの回転数は 10000 min^{-1} 付近で目標タイム 3 秒台を出せる計算である。しかし、伝達効率、摩擦係数、走行抵抗を考慮していないので実際のところは解らない。計算だけの理論では解らない部分が大いにあるので、実際の走行データで分析しなければならない。

車両の質量を軽くすることと、フライホイールの質量を増やして慣性モーメントを大きくする必要があることが解かったが、フライホイールは既存の物を使用するため、この数値は変えられない。とにかく車両を製作して、走行データを取りながら問題を解決していくこととして、必要であれば大幅な改良を施さなければならない。

V 製作

1. 製作準備と設計

今回使用するベース車両は、ヤマハ「パッソル」(図 6) とした。この車両の質量は 45 kg であり軽量であることと、1980 年代に発売された 30 年以上前の車両であるがデザインが良いという理由で、この車両を使用することとした。

原動機となるフライホイールを、三菱ミラージュ (図 7) のフライホイールを使用する。理由は、本学のサークル活動で使用している車両の、故障したエンジンとトランスアクスル Assy が部品取り用として保管してあったため、それを今回使用することとした。

リヤタイヤのサイズが大きいことと、アクスル関係も高速走行に対応しているという理由でエンジンを排気量 90 ml の物に交換した。そのエンジンのシリンダーブロックや必要のないものを取り外して、シリンダーがあった部分にフライホイールを取り付ける (図 8)。フライホイールを高回転で使用する時のジャイロ効果の影響を少なくするため、垂直に配置することと、可能な範囲で低い位置に取り付けることとした。



図 6 実験車両ヤマハ「パッソル」



図 7 本学所有の三菱ミラージュ

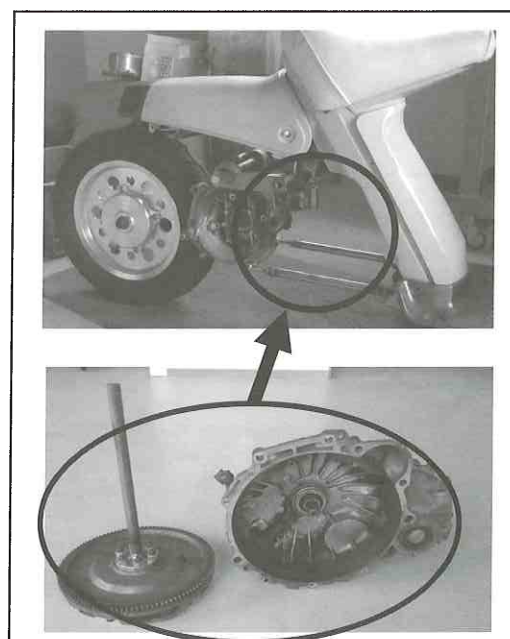


図 8 フライホイール取り付け位置

2. クラッチスプリング締結トルク設定

スタートから 50m 地点までクラッチを滑らせて加速する。いわゆる半クラ状態で加速するように設定するため、クラッチディスクを押さえつける全圧を減少するために、スプリングが取り付けられているクラッチカバーとフライホイールの取り付け高さを、シムを入れて変更(図 9,10)することにより伝達トルクを調整することにした。測定はシックネスゲージを用いて任意の隙間を作り、その時の伝達トルクをトルクレンチにて測定する(図 11)。測定結果を図 12 に示す。

$M=150\text{kg}$ とした場合、駆動輪の有効半径が 0.2m であるため、最大加速時にタイヤの駆動トルクは $294\text{N}\cdot\text{m}$ 以上必要である。そこで、測定結果に示すように、今回はシム厚を 0.50mm と設定して伝達可能トルクを $70\text{N}\cdot\text{m}$ とした。減速比が 2.5 と仮定すれば、クラッチの伝達能力は $175\text{N}\cdot\text{m}$ であり本来加速に必要な伝達トルクは発生しない。よって、半クラ状態で加速するという計算である。

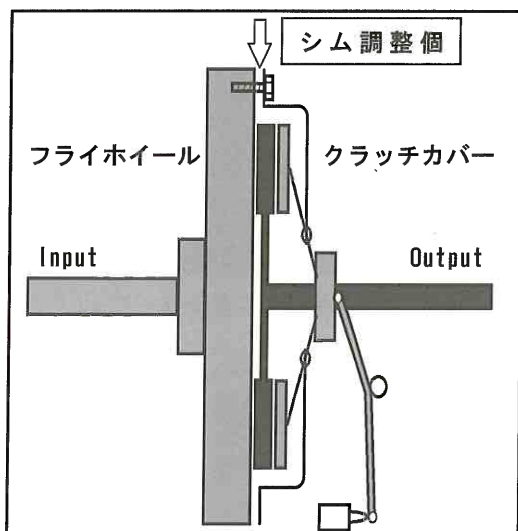


図 9 シム調整箇所



図 10 シム調整箇所



図 11 伝達トルク測定

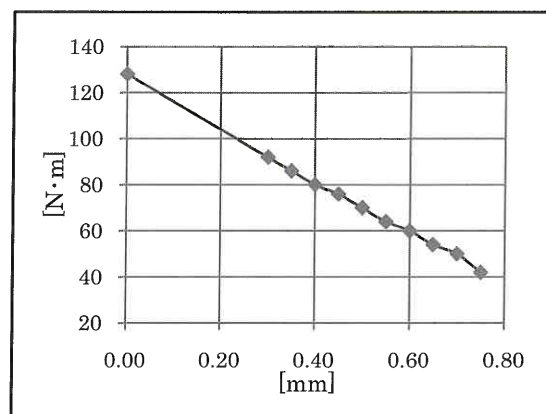


図 12 シム厚と伝達トルクの関係

3. 加工・組立

大枠のレイアウトはアルミ 10mm 厚板で挟み込むようにクラッチハウジングとアクスルを固定する(図 13)。

フライホイール側のアルミ板の加工は、ハウジングとフライホイールベアリングの寸法を慎重に加工しなければならない。この寸法に大きな誤差が生じるとスムーズなフライホイールの回転が得られない。三菱ミラージュのエンジンリヤ側クランクシャフト部分とハウジングとの取り付け位置の関係を正確に測定して加工を行った。すべての部品の組み付ける位置が確定したところで、車体に取り付ける部分を加工して、必要のない部分をカットした。

加工は徳島文理大学 香川校 理工学部棟 実習場にある設備を使用して行った。

駆動方式をチェーンドライブとして、総減速比は 2.6 である。減速比の変更は、スプロケットの歯数を変更することで可能である(図 14)。

クラッチを切る装置として四輪自動車はペダル式のクラッチであるが、今回の車両は二輪車であるのでペダル式クラッチを装着できないため、ハンドル左部分にレバー式のクラッチを採用することとした。

車両が完成して、質量を測定したところ、フロント 26.5kg, リア 38.5kg であり、計 65.0kg であった (図 15)。運転者が走行に必要な装備を装着したときの質量を仮に 70kg と仮定すれば、
 総合計 $M=135\text{kg}$ である。

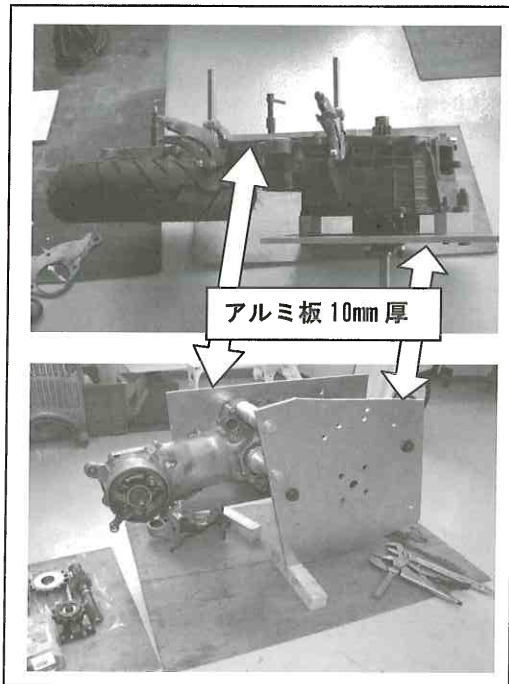


図 13 アルミ 10mm 厚板で挟むレイアウト



図 14 チェーンドライブ式

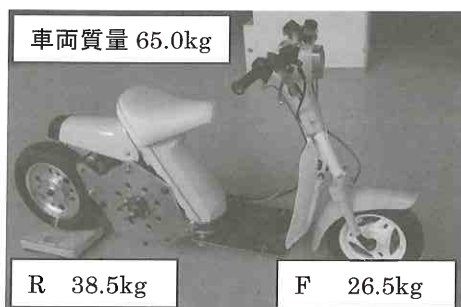


図 15 車両質量測定

4. クラッチ装置改良

クラッチ装置として、クラッチペダルから内径が小さいクラッチレバーに変更することにより、クラッチマスターシリンダーとレリーズシリンダーの内径比が大きくなり手の握力で十分操作できるのであるが、ストロークが足りず、一回のクラッチレバーのストローク圧送量では、クラッチを完全に切れない状態であった。フライホイールの慣性モーメントとクラッチのフリクションで、外部から回転をする際に大きなトルクが必要な状態であることが分かった。このような状態では、外部から回転させるのは困難であるため、クラッチ油圧ラインにチェックバルブと ON - OFF バルブを設けて、クラッチレバーを三〜五回ストロークすることにより完全にクラッチが切れる装置を考案して改造を施した。今回は、チェックバルブと ON - OFF バルブを並列につなぐことにより操作を容易にするという計画 (図 16) であったが、クラッチ油圧ラインあるいはブレーキ油圧ラインに使用できる適当なチェックバルブが入手できなかったため、ON - OFF バルブのみを使用して改造することとした (図 17)。この改造を施して完全にクラッチが切れる状態になった。

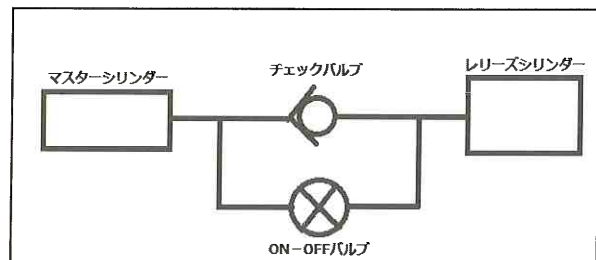


図 16 計画クラッチ油圧ライン

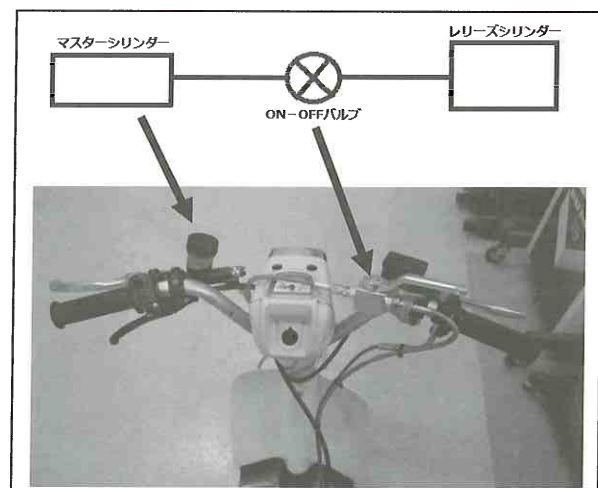


図 17 改良クラッチ装置

VI 走行実験

1. 強制的フライホイール回転実験

現在、フライホイールを外部から高回転で回す装置を製作中であるが、並行して、何とか走行させて走行データを取得することを考えて、本研究バイクのスタンドを製作（図 18）して駆動輪をフリーな状態にする。大型バイクの後輪に本研究バイクの後輪を押さえつけて、駆動タイヤからフライホイールを回転（図 19）させる。この実験により走行が可能であることを確認できた。

まず、非接触回転計を用いて、フライホイールを高回転で回す実験を行った結果、問題なく 8000min^{-1} まで回転することを確認できた。 10000min^{-1} まで回転数を上げるには車両同士が不安定な状態になり危険を伴うので今回は断念した。この実験をする際に、大型バイクを操作する人、実験車両を操作する人、大型バイクをサポートする人、実験車両をサポートする人、回転計で計測する人、計五名の人員が必要であるのも問題である。

次に、走行実験であるが、この方法では以下の動作が必要である。

- (1) フライホイール回転数を比較的安全な回転数の 5000min^{-1} まで回転。
- (2) 回転入力大型バイクから切り離す。
- (3) クラッチレバーをストロークさせてクラッチを切り、後輪の回転を止める。
- (4) 本研究バイクをスタンドから降ろして、クラッチを締結させる。

この一連の動作をしている時間に (4) のときのフライホイール回転数は 3000min^{-1} くらいまで落ち込んでしまう。結果、クラッチを締結させた瞬間に突き上げるような感じが一瞬あり、その後、惰性で走行することが確認できた。その時の速度は約 3m/s で 6m ほどで停止した。走行が可能ということが確認できた以外は、データ取得には至らない乏しい走行実験結果であった。



図 18 スタンド製作

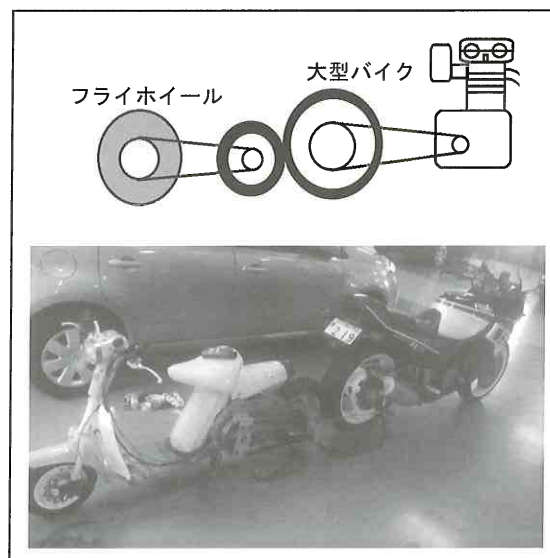


図 19 大型バイクにてフライホイール回転

2. フライホイール回転入力装置製作

フライホイールを外部から約 10000min^{-1} に回す装置として、インパクトレンチを改造することを考えて、自動車用 E/G スターターリダクションギヤの入出力を反転させた増速装置を製作した。減速比が 6 であるリダクションギヤなのでインパクトレンチの回転数を 6 倍にする。インパクトレンチの無負荷回転数は約 2000min^{-1} 回転であるから、 12000min^{-1} の回転数が得られるという計算である。しかし、増速ギヤを設けることにより、その回転トルクも $1/6$ 倍となり、瞬発的なトルクを連続的に発生させるインパクトレンチの性質上、フライホイールを回すことができなかった（図 20）。

次に、ハンドグラインダーを用いてフライホイール回転装置を考案し製作した。

ハンドグラインダーの無負荷回転数は約 12000min^{-1} であるので、回転部分にキャストのタイヤ直径 120mm を装着（図 21）して、新たにフライホイールのハブシャフトにネジを切り、そこに直径 160mm のスチール円盤を取り付け（図 22）、その円盤の外側からハンドグラインダーを押さえつけて回し始める（図 23）。徐々に内側にスライドさせることにより、減速比を $1.3 \sim 0.5$ まで変化させて回転数を上げていき、最終的には 10000min^{-1} になるという計算である。

しかし、実験結果は、 3000min^{-1} 位のところで頭打ちになり、失敗という結果であった。ハンドグラインダーを駆動させると高回転から回転するため、慣性力をもったフライホイールを回し始める際に、押さえつけているゴム部分とフライホイール側の円盤に滑りが生じてフライホイールの回転数が上がらないのと同時にゴム部分が

溶けてしまう (図 24)。時間をかけて回し続けると 3000min^{-1} まで上昇したが、ハンドグラインダーは手持ちで固定していないので徐々に安定がなくなり押さえつける位置が定まらず危険であることと、ハンドグラインダーも熱を発生してきたため、これ以上回すと危険であり破損すると予測されたので断念した。

結果、外部からフライホイールを回転させる装置は、どれも目標の 10000min^{-1} まで回転させることができず失敗に終わってしまった。



図 22 直径 160mm スチール円盤

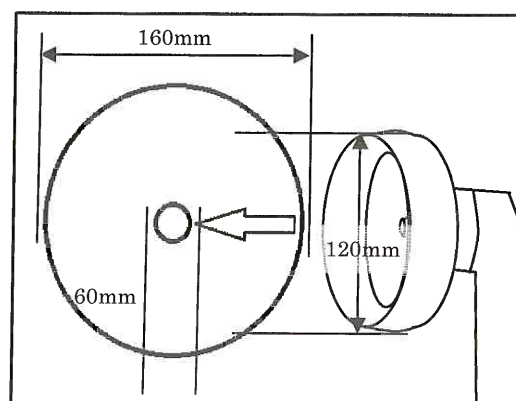


図 23 変速比 1.3→0.5

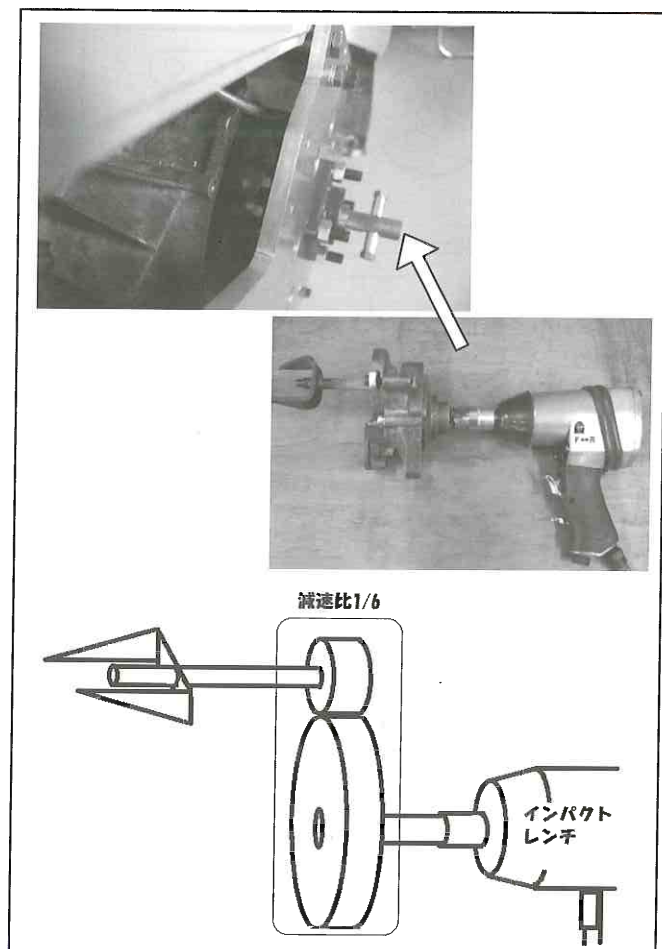


図 20 増速ギヤ回転装置



図 21 直径 120mm ゴム付タイヤ装着

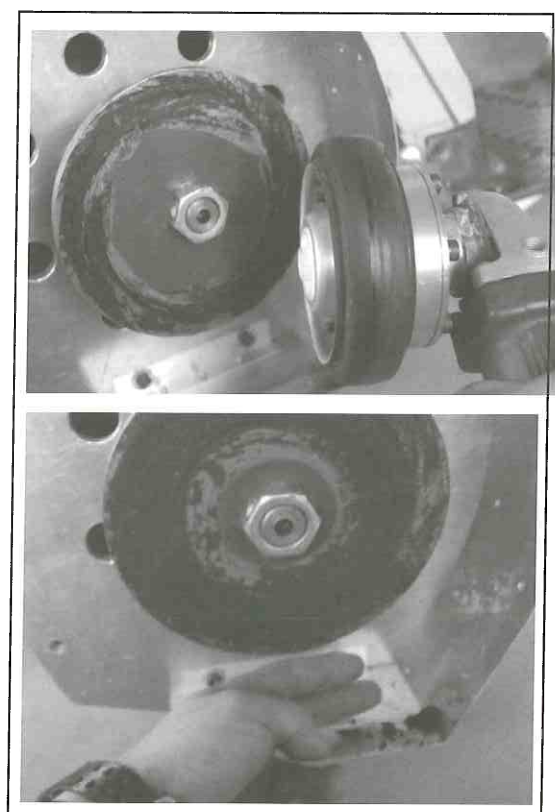


図 24 溶けたゴム

VII 今後の課題

フライホイールとクラッチを完全に切った状態のフライホイール無負荷状態で、簡単に手で回せるくらいなので、今回失敗したような装置を安易に考案して製作したが、出力の大きな装置が必要であることが分かった。そこで、何らかの高出力の動力を使用して製作したいと考えている。具体的には次のような装置を考案している。

- (1) 2kWクラスのモーターを使用する。しっかりとした台に固定して移動式にする。フライホイールを回転させるトルクは十分にあるが最高回転数が低いと仮定して、モーターに取り付けた円盤を車両の円盤に押さえつけて、外側から内側へスライドさせることによる変速を行い回転数を変化させる(図25)。
- (2) 変速機の付いた二輪車のエンジンを使用する。アウトプットシャフトに直接BOXソケットを取り付けて、変速機を介して回転数を変化させる(図26)。
- (3) モーターと変速機を使用する。(2)と同様にフライホイールに直結させる装置を施す(図27)。

今後、このような装置を製作して目標回転数である 10000min^{-1} まで安全で確実に回せるようにすることが先決であり、その後、走行データをとって問題点を改善していき、改良を重ねて競技に参加できる性能にする。そこで、運動エネルギーの解析を検証する。

VIII まとめ

本研究を計画して、イメージどおりの車両を製作することができた。しかし、今年度中に競技に参加できる性能まで完成させる予定であったが、計画通りには思うようにいかないということを痛感した。車両製作を今年度(H26)の9月という予定が11月まで伸びてしまい、競技に参加できる性能までではできなくても、走行実験を重ねて、問題点を露わにするところまで進みたかったが、作業の遅れと同時に外部から回転させる装置のことにについて安易に考えていたため、VI-2で記した結果となり、次のステップまで進むことができなかった。やはり、モノづくりは難しく、行き当たりばったりの計画ではただただエラーが増えるだけであり、作業計画から設計までを緻密に計画し遂行しなければならないことを改めて感じた。

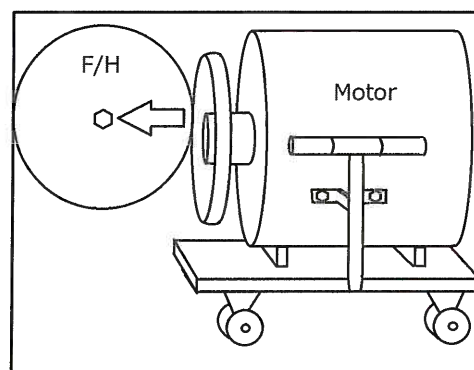


図 25 ①モーター使用例

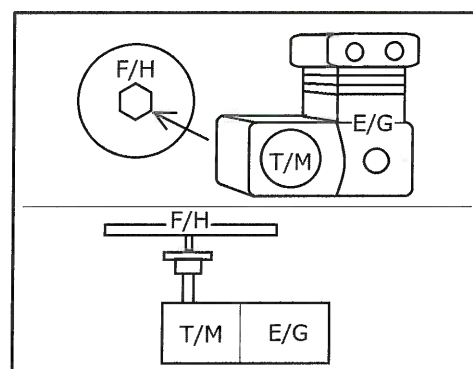


図 26 ②二輪車エンジン使用例

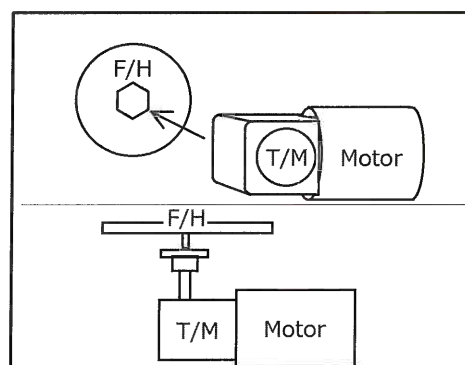


図 27 ③モーターと変速機使用例

参考資料：

- (1) SS1/32mile official web site 公式ホームページ, <http://www.ss1-32mile.com/> (2014)
- (2) 田中秀尚：モータースポーツの社会的意義,自動車技術,Vol.68,No9, p.7-13 (2014)
- (3) 清水和夫：F1 レースにおけるハイブリッド技術の応用-究極のレースで鍛えられるハイブリッド技術-,自動車技術,Vol.68,No9, p.46-50 (2014)

超音波燃料改質によるディーゼルエンジン燃費の改善

徳島工業短期大学 宮城勢治
阿南工業高等専門学校 立石清・森時秀司

Keywords : ディーゼルエンジン, 燃費改善, 超音波, 燃料改質

I 序論

自動車工業において、最も重要な問題は石油の枯渇に伴うエネルギー危機対策である。それに対し、企業は電気自動車の開発や電気と燃料の融合したハイブリッドカーの開発に力を入れている。電気自動車も技術の進歩と絶え間ない努力のおかげで実用可能なレベルまできているがトラックなどの大型自動車には搭載されていない。ハイブリッドカーの場合は製品化され売り出されている。しかし、ハイブリッドカーはいまだ高価なうえ石油燃料を消費している。

そこで、当面の石油消費を減少させるため超音波を用いて燃料の改質を行い、燃費を向上させることはできないかと考えた。超音波はさまざまな分野に応用されており、医療分野はもとより、食品加工や工業技術分野など様々の場所で活躍している。現在、C重油に超音波を放射して微細化しA重油並みの燃焼効率にすることに成功している。

本研究ではこの方法を利用し、ディーゼルエンジンの軽油燃料に超音波を放射し燃焼効率を上げ、燃費が向上するのかどうか実験的研究を行ったのでその結果を報告する。

II 超音波の性質と作用

超音波の定義についてはいろいろな説があるが、一般的には「人間の耳では聞き取れないほど周波数の高い音」を超音波と呼んでいる。今回の実験では 20kHz 以上の高い音を燃料に放射する。

超音波は液体や固体中ではよく伝搬し、液体と気体中は縦波だけが伝わる。この場合の縦波は、音波の波の伝搬方向が気体や液体の振動方向と一致している。固体中では縦波だけではなく、振動方向に対して横方向に振動する波（横波）も伝わる。また、固体中では海面の波のように物質表面を伝搬する表面波も存在する。

超音波のもう一つの特徴は、小さい振動変位でも高い音圧と強力なパワー密度を持つことである。本実験で使用する超音波ウェルダもこの特徴を利用して作られた。

超音波でC重油内にある、燃えにくいアスファルテン

を主成分とするスラッジを微細化し、A重油並みの燃焼効率にする試みが成功し実用化されている。

今回の実験では上記の事柄を参考に、超音波を液中に放射することによって発生するキャビテーション現象により軽油燃料の攪拌、分散を行い、ディーゼルエンジンの燃焼効率をあげることを目的としている。

III 超音波によるキャビテーション現象

キャビテーション現象とは、液中に超音波を放射した際に音圧の低圧部が液体の分子間力に打ち勝つほど陰圧になったときにキャビティと呼ばれる小さな気泡が生じ、これが液体の圧力変化に伴って膨張、収縮を数回繰り返した後に圧壊する現象である。このわずかなマイクロ秒の断熱的な圧縮の際には、キャビティとその周辺は局所的に数千度・数百～数千気圧という状態になっている。

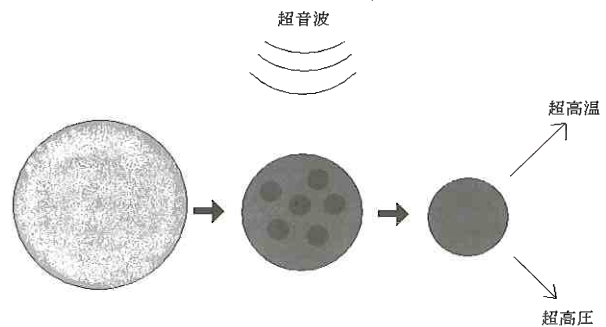


図1 キャビティの圧壊による極限状態のイメージ

IV 実験装置および実験方法

1. 製作した超音波燃料改質装置



図2 超音波燃料改質室

アクリルドーム 2 個をアクリル溶剤で接着し、燃料通過口を 2 箇所、超音波放射口を 1 箇所設ける。そこに、アクリルパイプを通しアクリル溶剤で接着し接着面をシリコンで覆い漏れを防ぐ。接着完了後、アクリルパイプにビニルパイプ(直径 15mm, 内径 12mm)を装着する。ビニルパイプの長さは燃料通過口側を 95mm, 超音波放射口側は 45mm とする。頂点に空気抜き用の穴を開け、O リングを通した小ネジで穴に栓をする。空気を抜きたいときは小ネジを緩める。固定台(横 300mm× 縦 500mm× 高 700mm)に超音波燃料改質装置を乗せ、図 3 のように超音波プラスチックウェルダのハンドピースに O リングを三つ通し、燃料改質室の超音波放射口に接続する。その後、燃料を流し込み、空気抜き用のネジを緩め空気を抜く。図 3 に設置後の状態を示す。

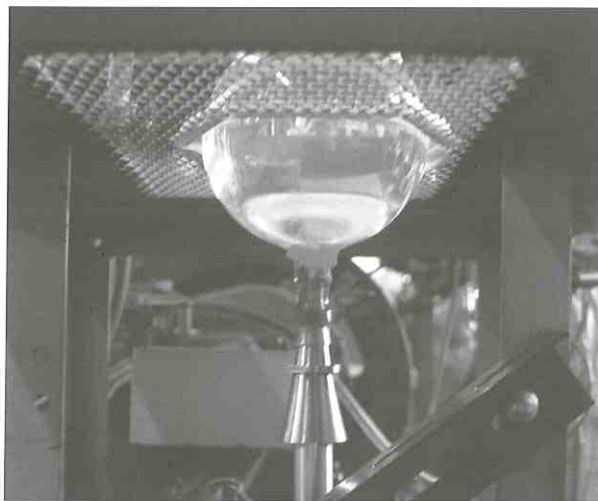


図 3 超音波ウェルダの設置状況

ここに、超音波プラスチックウェルダの性能は最大出力 150W, 発振周波数 28kHz で、ハンドピース先端は直径 42mm であった。ディーゼルエンジンとの接続は、図 4 のように燃料噴射ポンプの吸入口にできる限り近くして行った。

2. ディーゼルエンジン性能総合試験装置

ディーゼルエンジンの性能試験については東京メータ製の DWE-5/10-K に三菱かつらディーゼルエンジン NM-5H 型(水冷横型予燃焼室式, 290cc, 定格 4PS/2200min⁻¹)を装着して実施した。装置の外観は図 5 の通りである。

燃費測定には図 6 のビューレット 3 連球燃料消費計に貯められた一定燃料(今回は 35.1cc)が消費される時間を計測する。5 回平均をとった。エンジン回転数を定格の 2200min⁻¹にして、出力トルクを 7.0, 10.5, 14.0Nm(定

格出力)の 3 点で計測した。



図 4 超音波燃料改質装置の設置と配管

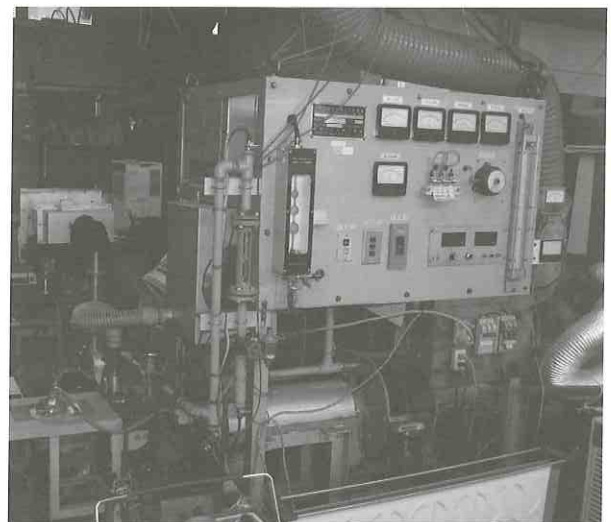


図 5 ディーゼルエンジン性能総合試験装置

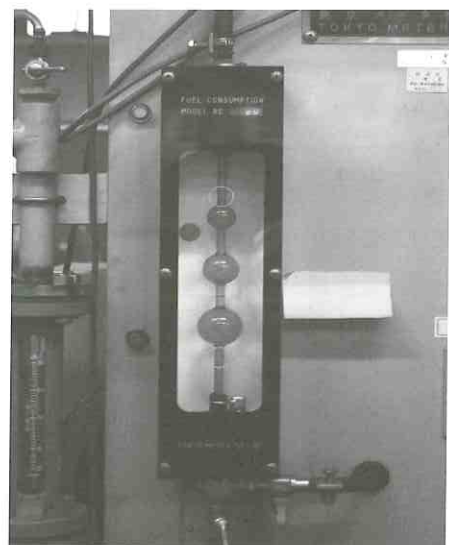


図 6 ビューレット 3 連球燃料消費計

排気黒煙測定については光明理化学工業（株）の ST-100N ディーゼル排気黒煙濃度測定器を用いた。ディーゼルエンジンの排気黒煙をマフラーよりサンプリングし、これをろ紙に受けて、どれだけ汚れたかをろ紙よりの反射光を光電素子に受け、その反射光量を電流に変換し、指示計で読み取った汚染度を排気黒煙濃度として測定するろ紙反射式スモークテストである。

今回の実験では超音波を燃料に放射することにより、排気黒煙濃度に影響が出たか調べるために使用した。

V 実験結果および考察

1. 超音波による燃料改質の状況

超音波を燃料に放射すると、図 7 のように時間経過の後、燃料改質室の上部に気体が泡として現れた。観察によると、気体は燃料改質室の上下方向の中央から発生しており、超音波ホーンの熱により発生したものではないことから、気体は超音波によるキャビテーションにより発生したものと思われる。



図 7 超音波を放射した燃料改質室の状態

2. 燃料消費率について

次ページの図 8 に、燃料消費率とエンジン発生トルクの関係を示し、表 1 に数値データを示す。

超音波を放射した場合としない場合では燃料消費率に差が生じた。超音波を放射したときと、放射しない場合とを比べると燃料消費率が平均 3.8% 下がっている。このような実験結果が得られた可能性として次のことが考えられる。

- a 燃料改質室に発生した気体が影響を及ぼした。
- b 超音波により燃料が微粒化し燃焼がスムーズになり燃

費が良くなった。

- c 超音波プラスチックウェルダの熱により燃料が温められた。
- d キャビテーション現象の影響により燃料が温められた。
- e キャビテーション時に発生した圧力により、燃料の攪拌、分散化が起こり燃料が改質した。

発泡が改質室の中央から発生することから c はない。おそらく e が原因であろう。

またエネルギー収支として厳密には超音波の入力エネルギー（数 10W）を勘案しなければ燃費向上とは言えない。本実験でこの値はエンジン出力の 1% 以下である。

3. 排気黒煙濃度について

図 9 に、排気黒煙濃度とエンジン発生トルクの関係を示す。これより、排気黒煙濃度にはほとんど影響しないという結果となった。燃料がよく分散、拡散されて噴射されると、酸素とよく混ざり、よく燃えて排気がきれいになると考えられるが、実験結果ではあまり差がでなかった。これは噴射ポンプ内で燃料が再び圧縮されるので分散の影響があまり出ていないと考えられる。

VI まとめ

本実験研究の結果、燃料の超音波改質によりディーゼルエンジンの燃料消費率が約 4% 改善されることが分かった。しかし、その明確な理由についてはまだ不明で、今後の研究に委ねる。

なお、測定器の故障で排気 NO_x の計測ができなかったのは残念で、今後に期待する。

謝辞

本研究を実施するにあたり、平成 20 年度阿南高専制御情報工学科学生谷口 将君から絶大なる協力を頂いた。ここに謹んで謝意を表する。

参考文献

- (1) 本田啓介：超音波の世界 未来に何をもたらすか、日本放送出版協会（1994）
- (2) 吉田隆，跡部真人：超音波利用技術集成 ソノケミストリーの環境・医療応用から最新のセンシング動向まで、（株）エヌ・ティー・エス（2005）
- (3) 谷口 将：超音波による燃料改質を用いた燃費・排気ガスの改善，阿南高専制御情報工学科平成 20 年度卒業研究論文
- (4) 竹内寛喜，福池委弘，松尾幸一：ブタノールブレンドディーゼル機関の研究 2，阿南高専制御情報工

- (5) 山根幸造：ディーゼル機関の実際（改訂版），海文堂出版（1974）

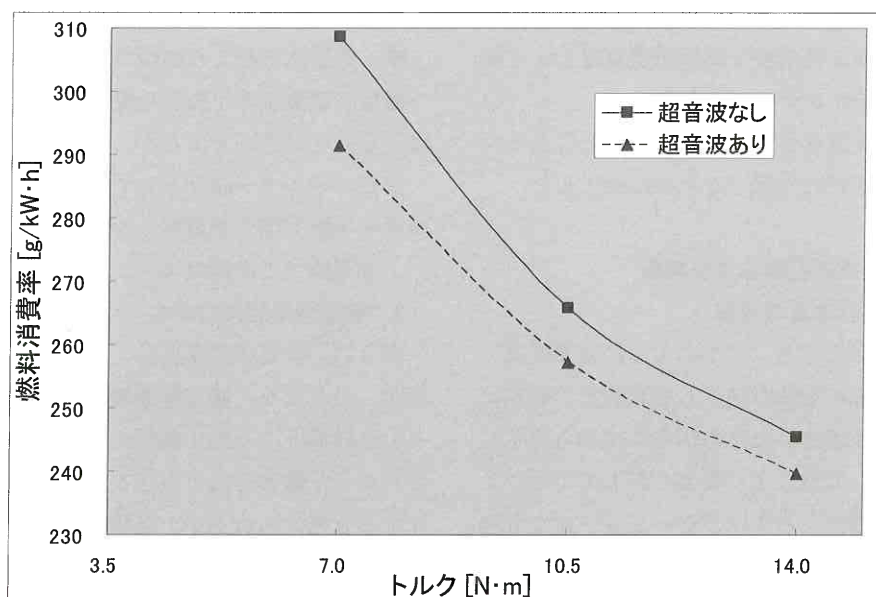


図8 燃料消費率－出力トルク線図（回転数 2200min⁻¹）

表1 燃料消費率の測定結果

エンジントルク [Nm]	7.0	10.5	14.0
平均消費率(超音波無し) [g/kW・h]	309	266	246
平均消費率(超音波有り) ["]	291	257	240
減少率 [%]	5.6	3.3	2.4

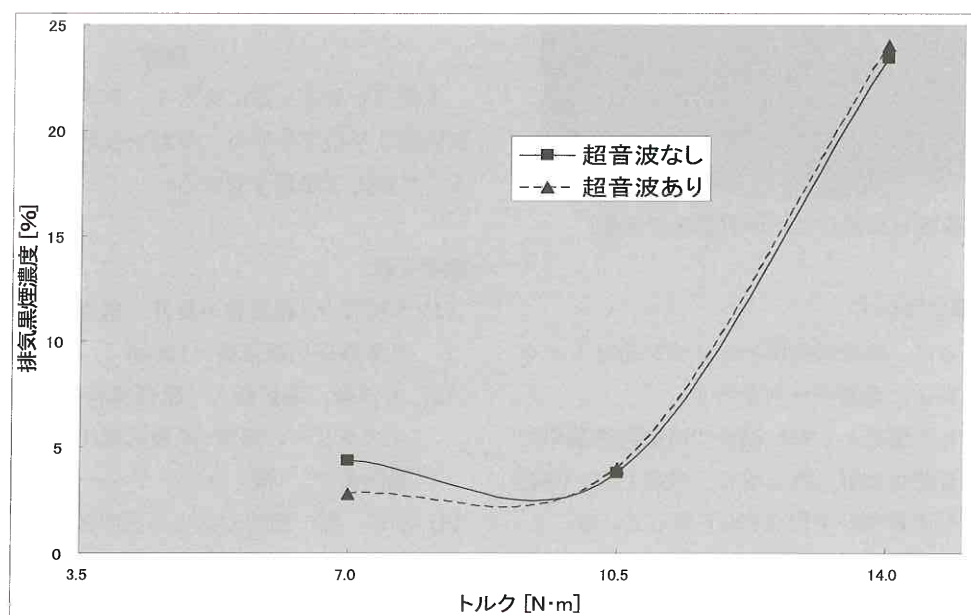


図9 排気黒煙濃度と出力トルクの関係（回転数 2200min⁻¹）

ブレーキ制動力検査用演習教材の試作 2

- MB・テスト及び試験車両の改良 -

徳島工業短期大学 花野裕二

Keywords: ブレーキ・テスト, ブレーキ力, 視覚教材, 演習用教材, 体験型装置

I まえがき

前報（本学紀要 第 17 刊）においては，ブレーキ装置整備実習の中でも，ブレーキ分解整備完了後に行なう制動力検査方法，及び制動力判定方法について学習を行うことを目的とし，ブレーキ整備入門者を対象とした演習用教材として MB・テスト，及び試験車両の開発を行い装置各部機構について報告を行った。

MB・テストの開発により擬似的ではあるが，実車両検査時と同様に保安基準に照らし合わせた制動力検査方法，及び各車輪のブレーキ・バランスについて，わかり良い教材に仕上がった。また，年齢的に自動車運転免許未取得対象者にとっては，車両移動を伴わず制動力検査時における全体作業を視覚的な面でもイメージすることが可能となり，演習教育における効果は大きいものとなった。しかし，MB・テスト，及び試験車両を用いた演習授業を通して，機構面における新たな問題点もみつけることができた。

本研究では，前報に引き続き装置の取り扱い時における機構面の問題点について整理を行い装置全体の精度を高めるため課題を整理し，MB・テスト，及び試験車両の部分的な改良を行ったのでその改良点につき報告を行なう。

II 課題整理

1. MB・テスト・ローラ回転速度

電動モーター回転トルクは，三種類のギヤ（カウンター・ギヤを含む）を介して，テスト・ローラ部へと伝達される機構であるが，測定時にはテスト・ローラ回転数が電動モーター回転数に対し，やや増速される形であった。擬似制動力の増加による測定時に際し，特に大きなトラブルはなかったが，低速回転する実車両測定用のブレーキ・テストをイメージした場合，よりスローな回転状態が好ましく，視覚的にも確認しやすいことから，テスト・ローラ部の回転速度を減速させるための改良を施す。

2. 制動力コントロール機構部の見直し

ブレーキ制動力コントロール機構では，試験車両の構造上フロント部には，ドライブ・シャフト部分の中間位置に，外部収縮式構造の制動専用ジグを取り付け，ドライブ・シャフト回転を締め付けによりコントロールする方式とし，リヤ部では試作車両のタイヤに直接負荷を増加させる前輪・後輪において異なった機構であった。操作時において，フロント部，及びリヤ部とも問題は発

生していないが，制動力コントロール方法を前輪・後輪部について機構を見直し，改良を施す。

3. 試験車両タイヤのロック過大対策について

試験車両タイヤは，模型タイヤを使用した，制動時（車輪ロック時）には MB・テスト・ローラ前・後間で，実車両測定時には見られないタイヤ噛み込みといった現象が発生する場合があった。使用回数によっては，発生回数も多くなり試験車両や MB・テスト本体の故障に繋がる恐れがあるため，模型タイヤ噛み込み防止について検討し改良を施す。

III 改良に向けての取組み

課題整理で記述したように，改良箇所は MB・テスト本体機構と試験車両機構の二つに分類することができる。それぞれの改良箇所について具体案を以下に示す。

1. MB・テスト本体機構改良部

(1) テスタ・ローラ回転速度の減速

MB・テスト製作では，試験車両サイズを基準として骨格フレーム枠サイズの設計を行ったもので，試験に必要な機器類である電動モータ，伝達ギヤ，電源スイッチ，及び左右独立した負荷率表示計は，フレーム構成によりできた空間部を利用した配置で機構設定したものである。

改良型（以後，MBT 2 と称す）では，テスト・ローラ部の回転速度を減速させたいことから，MBT 2 では，骨格フレーム枠の修正可能範囲内による構成装置位置の変更を行い，伝達ギヤ機構におけるギヤ歯数の変更を行うこととした。図 1 に MBT 1・MBT 2 の伝達ギヤ配置，表 1 に各ギヤ歯数及びギヤ比を示す。

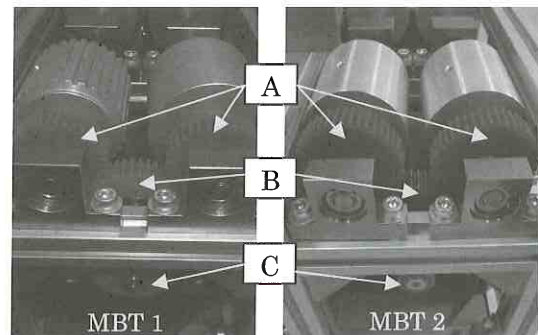


図 1 伝達ギヤ配置，ギヤ歯数

表 1 各ギヤ歯数，及びギヤ比

	A	B	C	ギヤ比
MBT 1	35	48	40	0.875
MBT 2	45	48	28	1.607

MBT 2では、表 1 に示す A：テスト・ローラ部ギヤ、C：モータ軸ギヤの二種類のギヤ歯数を変更し、テスト・ローラを減速回転させることが可能となった。

(2) テスタ・ローラ部形状変更

試験時において制動力を増加させた場合、増加度合いに応じ試験車両タイヤがテスト・ローラ前・後間に噛み込むといった症状があった。考えられる原因としては、試験車両タイヤは空気入りであることや、トレッド面形状による摩擦力増大、また、ゴムの厚みが比較的薄いことなども原因として考えられた。また、MBT 1では制動時の模型車輪グリップ力を大きくさせる方法として、実モデル同様にテスト・ローラ部にスプラインを設けたが、制動時(車輪ロック時)にはMB・テスト・ローラのスプライン部でグリップ力が大きく作用していることも考えられた。今回、MBT 2の形状変更では、これら考えられる原因の中でも、テスト・ローラ部の形状変更を選択し、改良をおこなうこととした。図 2 に MBT1・MBT2 のテスト・ローラ部形状を示す。

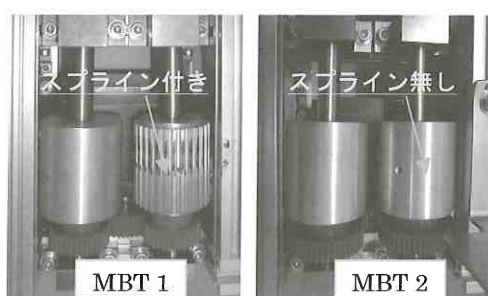


図 2 テスタ・ローラ部形状

2. 試験車両改良部

(1) ブレーキ機構

MBT 1では、前輪・後輪部において機構の異なる制動力コントロール方法であった。前輪部では六角レンチ締め込み操作によるドライブ・シャフト軸を専用ジグにより締め付ける方法であり、後輪部においては、試験車両の構造的な問題から、試験タイヤに専用のカラーを直接押し付け負荷を与える方法であった。制動力検査演習を目的とし前輪・後輪部の制動力値をコントロールすることについて、特に問題は発生しなかったが、やはり、前

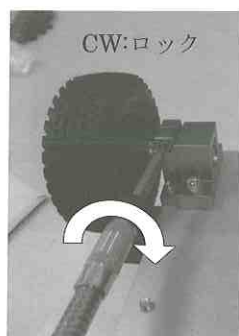


図 3

輪・後輪部においては同タイプのコントロール機構を備える方法が好ましいことから、MBT 2では、ブレーキ・コントロール機構の同一化を図るため、新たに試験車両本体(以後、車両 2 と称す)の改良をおこなうこととした。図 3 に改良後のブレーキ・コントロール機構部を示す。

(2) 車両構成

ブレーキ制動力測定は、車両重量と密接な関連があるが、模型車両による測定の場合、フレーム及びタイヤのみの構成であり、実車両に備わる質量が無く軽量であることから、MBT 1では試験車両中心部にウエイト取り付けロッドを設け、モータ負荷表示が可能な状態までウエイト(3kgf)を設ける機構とし、軽量化に伴うモータ負荷測定を容易にした。しかし、車両重量とブレーキ制動力の関連について試験を行なう場合には、各車輪の上部にそれぞれウエイトを積み重ね前輪・後輪を含む左右輪に異なった負荷率を表示させる必要があることから、試験車両上部には、多数のウエイトが並ぶ状態でありバランスにも欠けた。以上のことから、新たな試験車両(以後、車両 No.2 と称す)では、モータ負荷表示が可能な状態とするための対策として、負荷表示が可能となる質量をあらかじめ含めた車両構成とした。図 4 に車両 No.2 を示す。

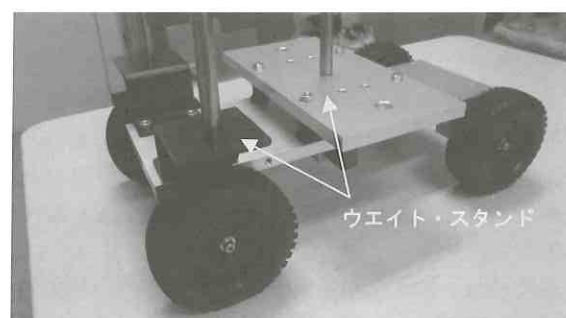


図 4

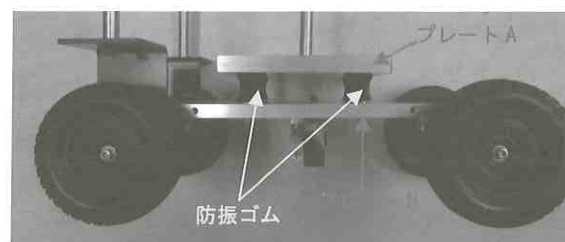


図 5

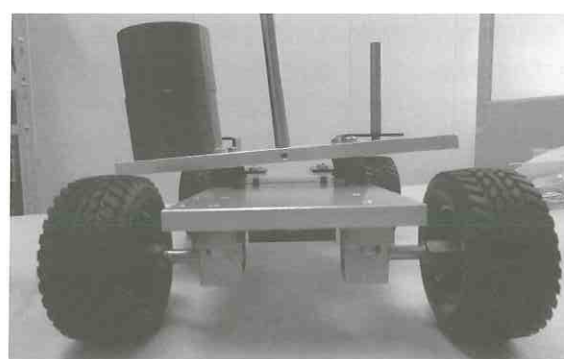


図 6

負荷率試験時でのウエイト配置やバランス性向上のために、車両 No.2 では左右車輪上部にウエイト配置が可

能な構成となるようウエイト・スタンドを取り付けた。図 5、図 6 に改良後の試験車両を示す。左右輪の片側のみウエイト配置を行なった場合について、プレートの傾きが必要であることから、サスペンション対策として、加算時での上下のプレート AB 間には、防振ゴムを介した機構とした。

IV MBT 2・車両 2 による評価試験

MBT 1 と同様とし、車両 2 の右車輪の前輪・後輪について、総合評価試験をおこなった。測定準備では、車両 No.2 の自重増加により、負荷率(40%以上)表示が可能となる質量をあらかじめ含めた車両構成としたことで、ウエイト加算調整の必要がないことから時間の短縮を図ることができた。図 7 に前輪制動力試験結果を示す。

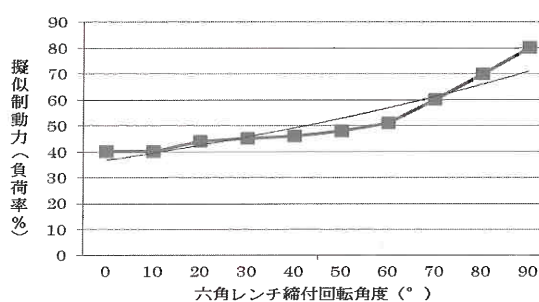


図 7

V まとめ

本報告は、前報により報告した“ブレーキ制動力検査用演習教材の開発”の第二報として、MBT 1 及び試験車両の改良をテーマとしたもので、課題整理を行い部分的な改良を施したものである。テスタ・ローラ部の形状変更、及びギヤ比変更による回転速度の修正、また、制動力コントロール機構の見直し等、総合的に精度を向上させることができた。今回の改良より擬似的ではあるが、実車両検査時と同様に、保安基準に照らし合わせた制動力検査方法、及び各車輪のブレーキ・バランスについて検査時における全体作業を視覚的な面でもイメージすることができ、演習教育における効果は大きいものとなった。

授業対象学生に対して安全に、楽しみながら、効率良く実習作業へ連動させることに繋がる教材としては、概ね達成できた。今後も引き続き改良を重ね、装置全体の精度を高めていきたい。

参考文献

- (1) 徳島工業短期大学紀要 第 18 刊
ブレーキ力検査用演習教材の試作
-検査用シミュレータ及び試験車両の構成- p. 9 - 15
- (2) 法令教材,
日本自動車整備振興会, p. 101-105

- (3) 2 級ガソリン自動車シャシ偏,
日本自動車整備振興会, p. 234.

ストップ・ランプ電気回路の製作と回路の動作について －異常時動作視認装置－

徳島工業短期大学 岩瀬一裕

Keywords : 電気回路, 直列・並列回路, 故障診断, 教材

I まえがき

一級自動車整備士の過去の国家試験に、自動車のストップ・ランプ電気回路において、ブレーキ・ペダルを踏んだときに左右のストップ・ランプの点灯状況に差異があるときの原因を問う問題が出されている。

この問題の電気回路には、ストップ・ランプ点灯回路の他にテール・ランプを点灯させる回路が組み込まれ、ライティング SW がオフの状態での 2 つのストップ・ランプの点灯状況を問う問題になっているが、回路内に異常が起きたときにはストップ・ランプの回路だけでなく、テール・ランプの回路に電流が流れ込み、ストップ・ランプの点灯状況に影響を与えることを考慮する必要がある。

国家試験の問題では、一方のストップ・ランプが他方に比べて、ぼんやりと点灯したときの原因を、回路の 4 箇所における接触不良や断線から判断させる問いになっている。

この問題を解くには、ストップ・ランプの回路だけでなく、並列に接続されているテール・ランプの回路に流れる電流を考えることが必要になる。異常の状況によっては、テール・ランプの回路に電流が流れることもあり、複雑な点灯状況が発生する。出題された 4 箇所において、それぞれの異常に対応した電流の流れ、つまりランプの点灯状況について理解する必要がある。

回路内の 4 箇所において、断線が生じたとき、また接触不良で接触抵抗が大きくなったときの、ストップ・ランプやテール・ランプの点灯状況および回路に流れる電流の方向が視認できる装置を製作したので報告する。

II 電気回路の構成と動作

この装置は、左右のストップ・ランプとテール・ランプのほか、それぞれのランプを点灯させる SW、4 箇所において断線及び接触不良を起こさせる SW から構成されている。

国家試験に出題されたストップ・ランプ回路は、図 1 である。国家試験の問題は、図 1 において、ライティング SW がオフの状態ではブレーキ・ペダルを踏んだとき、

右側ストップ・ランプが左側にくらべてぼんやりと点灯したときの原因として、次の 4 つの中から不適切なものを解答させるようにしている。

- 1.コネクタ①の箇所の接触不良
- 2.右側ストップ・ランプ内②の箇所の断線
- 3.アース線③の箇所のアース(接地)不良
- 4.コネクタ④の箇所の接触不良

解答群の中の接触不良は、2 通りの解釈が考えられる。1 つは断線状態と、もう 1 つは接触不良により接触抵抗が大きくなった状態である。本装置では、接触不良は接触抵抗が大きくなった状態であると解釈し、断線状態と区別して考えることにする。

また、異常箇所の①と②は、図 1 では同様な箇所を示していると判断されるので、本装置では、①はストップ・ランプとテール・ランプの共通端子、また解答群の 2. に記述されたストップ・ランプ内②の箇所は、ストップ・ランプから共通端子までの箇所と捉えることとする。

①から④の箇所において、それぞれ断線、接触抵抗大の異常が発生できる装置を製作し、異常時のランプの点灯状況を考えることにした。

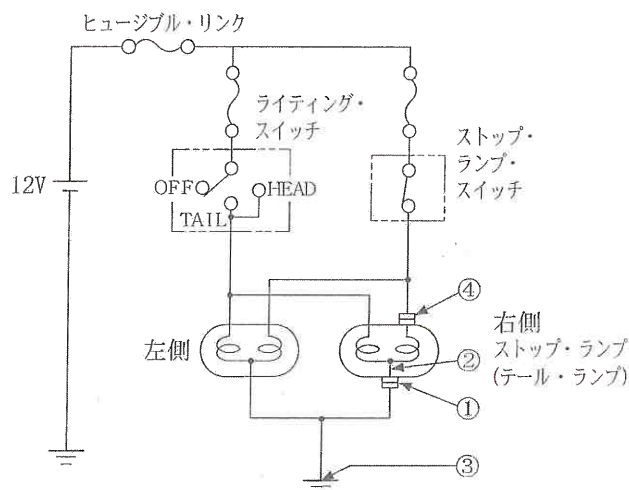


図1 出題の電気回路図

今回製作した装置は、国家試験に出題された回路を基本にしているが、各ランプに流れる電流の向きが測定できるように回路の途中に端子を設け、ストップ・ランプ間に検流計 A、テール・ランプ間に検流計 B が接続できるようにしている。また、4 箇所において、トグル SW の切り替えにより、正常、断線、接触抵抗大の状況が発生できるようにしている。

また、応用問題にも対応できるようにするため、左側のランプの出力側の共通端子⑤で断線状態が発生できるように SW を追加している。

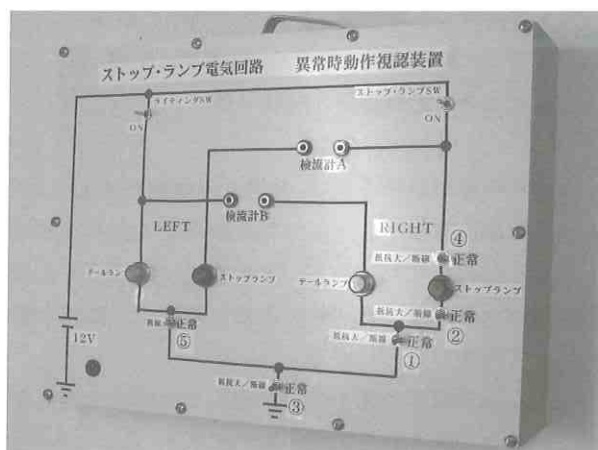


図 2 製作した装置のパネル部

1. 電気回路の動作 1

回路に異常がないとき、回路の①から④の箇所での断線状態、接触抵抗が大きくなった状態での各ランプの点灯状況について報告する。

(1) 回路が正常の場合

ストップ・ランプ SW をオンにすると、左右のストップ・ランプが正常に点灯する。また、ライティング SW をオンにすると、左右のテール・ランプが正常に点灯する。両方の SW をオンにすると、すべてのランプが正常に点灯する。いずれも検流計 A は左方向に、検流計 B は右方向に針は振れる。

以下の(2)から(5)の動作については、題意のとおりライティング SW はオフで、ストップ・ランプ SW をオンにしたときの各ランプの点灯状況について述べる。

(2) コネクタ①が異常の場合

a コネクタ①で断線が生じたとき

左のストップ・ランプは正常に点灯するが、右のスト

ップ・ランプを流れた電流は、①の箇所で断線のため右のテール・ランプ、検流計 B、左のテール・ランプを経由してアースに流れる。3 つのランプは直列接続されたことになり、それぞれのランプはぼんやりと点灯する。このときの電流の流れを図 3 に示す。検流計 A、検流計 B とも、左方向に振れていることが図 4 で確認できる。

本来、ストップ・ランプ SW がオンになると、ストップ・ランプが点灯するが、この場合ストップ・ランプ SW に関係しないテール・ランプがぼんやりとではあるが点灯することになる。

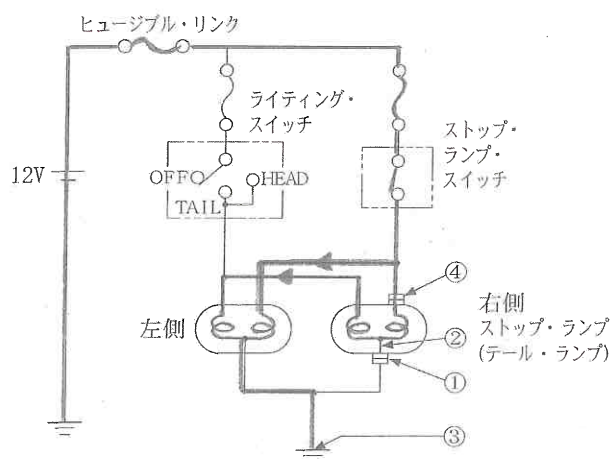


図 3 コネクタ①断線時の電流の流れ

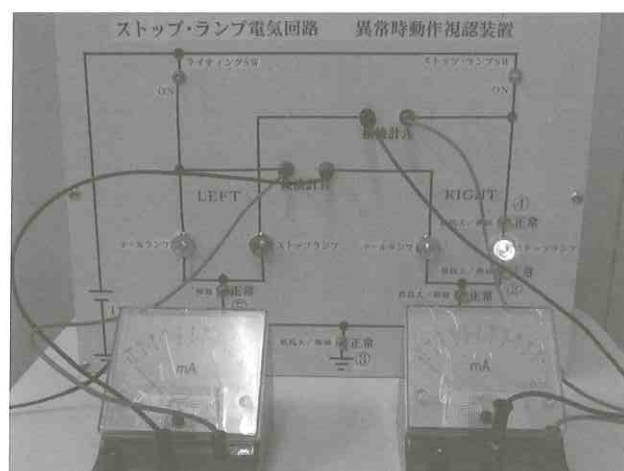


図 4 コネクタ①断線時の動作状況

b コネクタ①で接触抵抗大が生じたとき

a と同様に、左のストップ・ランプは正常に点灯する。右のストップ・ランプを流れた電流は、接触抵抗を流れる電流と、右のテール・ランプ、検流計 B、左のテール・ランプを経由する電流に分かれアースに流れることにな

る。つまり、並列回路が構成されることになる。

右のストップ・ランプは、接触抵抗と直列に接続されたため、ぼんやりと点灯する。2つのテール・ランプは、aと同様に3つのランプが直列接続されることになりぼんやりと点灯する。

右のストップ・ランプに流れる電流は、接触抵抗と2つのテール・ランプによる並列回路が構成された影響により、aの時より増加して少し明るくなる。また、2つのテール・ランプの両端の電圧降下は、右のストップ・ランプに流れる電流が増加したため電圧降下が大きくなった分小さくなり、2つのランプに流れる電流はaの時より減少してさらに暗くなる。このことは検流計Bの振れの大きさを確認できる。

aと同様に、ストップ・ランプSWに直接関係しないテール・ランプがぼんやりと点灯することになる。

(3) 右側ストップ・ランプ内②が異常の場合

a ストップ・ランプ内②で断線が生じたとき

左のストップ・ランプは正常に点灯する。右のストップ・ランプは、②の箇所断線のため電流が流れず点灯しない。2つのテール・ランプへも電流が流れず点灯しない。

b ストップ・ランプ内②で接触抵抗大が生じたとき

左のストップ・ランプは正常に点灯する。右のストップ・ランプを流れた電流は、接触抵抗を経由してアースに流れる。接触抵抗が接続されることになり電流が減少しぼんやりと点灯する。2つのテール・ランプへは電流が流れず点灯しない。

(4) アース線③が異常の場合

a アース線③で断線が生じたとき

すべてのランプは点灯しない。

b アース線③で接触抵抗大が生じたとき

2つのストップ・ランプとも接触抵抗と直列接続になるため、電流が減少しぼんやりと点灯する。2つのテール・ランプには電流が流れず点灯しない。

(5) コネクタ④が異常の場合

a コネクタ④で断線が生じたとき

左のストップ・ランプは正常に点灯する。右のストップ・ランプは断線のため電流が流れず点灯しない。2つのテール・ランプも同様に点灯しない。

b コネクタ④で接触抵抗大が生じたとき

左のストップ・ランプは正常に点灯する。右のストップ

・ランプを流れる電流は、接触抵抗が直列に接続されることになり電流が減少しぼんやりと点灯する。2つのテール・ランプへは電流が流れず点灯しない。

各箇所における異常状態時の点灯状況をまとめると次の表1ようになる。

表1 異常時の各ランプの点灯状況

異常箇所・状態		左側		右側	
		T・L	S・L	T・L	S・L
①	断線	薄灯	点灯	薄灯	薄灯
	接触抵抗大	薄灯	点灯	薄灯	薄灯
②	断線	消灯	点灯	消灯	消灯
	接触抵抗大	消灯	点灯	消灯	薄灯
③	断線	消灯	消灯	消灯	消灯
	接触抵抗大	消灯	薄灯	消灯	薄灯
④	断線	消灯	点灯	消灯	消灯
	接触抵抗大	消灯	点灯	消灯	薄灯

T・L：テール・ランプ，S・L：ストップ・ランプ

薄灯：正常な点灯でなくぼんやりと点灯している状態

ここで、国家試験の問題に戻るが、ライティングSWがオフの状態ですトップ・ランプSWをオンにしたとき、右側ストップ・ランプが左側にくらべてぼんやりと点灯している状況は、表1より①②④における断線を含む接触不良で発生していることが分かる。③での異常は、断線時はともに消灯で、接触抵抗大のときはともにぼんやり点灯と同じ点灯状態であり、題意の点灯状況にあたらず不適切な原因となる。したがって、解答は③の箇所での異常で3になる。

2. 電気回路の動作2

製作した装置では、以下の状態についての点灯状況も視認することができる。

左側のランプの共通端子⑤で断線が発生したときのランプの点灯状況、またストップ・ランプSWとライティングSWをともにオンにしたときの①から⑤の箇所での異常が発生したときのランプの点灯状況について報告する。

(1) 左側ランプのコネクタ⑤が断線の場合

a ライティングSWがオフ、ストップ・ランプSWがオンの場合

右のストップ・ランプは正常に点灯する。左のテール・ランプを流れた電流は、左のストップ・ランプと右のテール・ランプを経由してアースに流れるため、3つのランプともぼんやりと点灯する。ストップ・ランプ SW に直接関係しないテール・ランプがぼんやりと点灯することになる。このとき、電流は検流計 A、検流計 B を経由して流れる。検流計 A は左方向へ、検流計 B は右方向に振れる。

b ライティング SW がオン、ストップ・ランプ SW がオフの場合

右のテール・ランプは正常に点灯する。左のテール・ランプを流れた電流は、左のストップ・ランプ、検流計 A、右のストップ・ランプを経由してアースに流れる。したがって、右のテール・ランプ以外の3つのランプは、ぼんやりと点灯する。ライティング SW に直接関係しないストップ・ランプがぼんやりと点灯することになる。このとき、検流計 A は、正常時は左方向に振れるが、右方向に振れる。検流計 B は右方向に振れる。

(2) ライティング SW、ストップ・ランプ SW がともにオンの場合

回路に異常がないときは、すべてのランプは正常に点灯する。

a ①で断線が生じたとき

左の2つのランプは正常に点灯する。右の2つのランプは点灯しない。

b ①で接触抵抗大が生じたとき

左の2つのランプは正常に点灯する。右の2つのランプはぼんやりと点灯する。製作した装置では、接触抵抗値の大きさからぼんやりと点灯していることは確認できないが、検流計 B が右に振れることにより電流が流れていることが確認できる。

c ②④で断線が生じたとき

右のストップ・ランプは点灯しない。他の3つのランプは正常に点灯する。

d ②④で接触抵抗大が生じたとき

右のストップ・ランプはぼんやりと点灯する。他の3つのランプは正常に点灯する。

e ③で断線が生じたとき

すべてのランプは点灯しない。

f ③で接触抵抗大が生じたとき

すべてのランプは、ぼんやりと点灯する。

g ⑤で断線が生じたとき

右の2つのランプは正常に点灯する。左の2つのラン

プは点灯しない。

III あとがき

今回の製作で、電気回路装置のシリーズ4作目となる。いずれも自動車整備士国家試験で出題された回路を基本として製作したものである。また、どの装置もいろいろな条件下で異なる動作を提示する。つまり電気回路は、回路内に異常が起これば、正常時とは異なる回路が構成され、様々な動作状況が発生することになる。

これらの装置は、本科や専攻科の授業で電気回路の各素子の働きや回路電流の流れ等を学習するなかで活用するほか、国家試験対策ゼミの指導で活用している。

国家試験に出題された問題が理解できるだけでなく、これらの装置を活用することにより、異常がどの箇所でも発生しても電流の複雑な流れが理解でき、体験的・視覚的に電気回路の働きが分かるようになることを期待するものである。

参考文献

(1)自動車整備士一級小型 練習問題集 自動車公論社

水温センサ信号電圧による制御 —外部診断機のデータ・モニター

徳島工業短期大学 福栄堅治
自動車工学専攻 片岡良・坂裕樹

Keywords : 外部診断器,故障診断,断線,短絡,

I はじめに

エンジンの制御システムに、異常が発生するとメータパネル内にあるエンジン警告灯が点灯して異常状態であることを知らせてくれる。そして自己診断を実施すれば異常コードが確認でき、原因追究の為の時間も短縮されるので大変便利な機能となっている。しかし、異常が発生すると警告灯が点灯する場合と、点灯しない場合がある。ECUの制御システムの異常検知の仕組みは、異常検知可能範囲内の信号電圧によって行われている。信号電圧が異常検知可能範囲内であれば警告灯は点灯する。異常検知不可範囲内であれば点灯しない、信号電圧が制御に好ましくなくても、ECUはそのまま制御を続けることになる。いわゆる特性ずれの状態である、その結果様々な不具合の現象が発生する、教科書には、信号電圧の断線、短絡、特性ずれ等の異常によって起こりえる不具合現象の説明が表記されているが、学生にはどういう現象なのか理解しがたいと思う。自動車工学専攻科の実習において、その辺の事を踏まえ水温センサ信号で断線、短絡、特性ずれの状態を再現してそれぞれの現象及びECUの制御を、外部診断器のデータ・モニターで検証することとした。検証することで、将来において不具合時の原因の時の絞り込む参考となり、又診断力も養うこともできると思う。

II 信号電圧測定

1. 使用する車両と外部診断器について

車名 ニッサン ノート
型式 DBE-E11
エンジン型式 HR15
外部診断器
日立製
型式 HDM-3000

2. 水温センサ信号電圧とデータ・モニタの表示との関係について

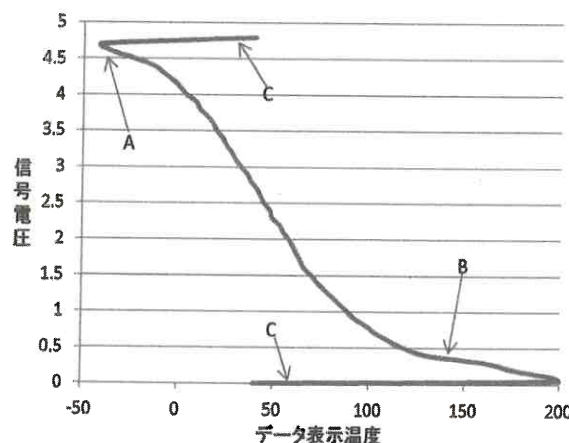


図1 信号電圧と表示温度との関係

診断機のデータ・モニタでは、水温センサの信号電圧は温度で表示されている。図1は、水温センサの信号電圧とデータ・モニタで表示される温度との関係をまとめたグラフである。

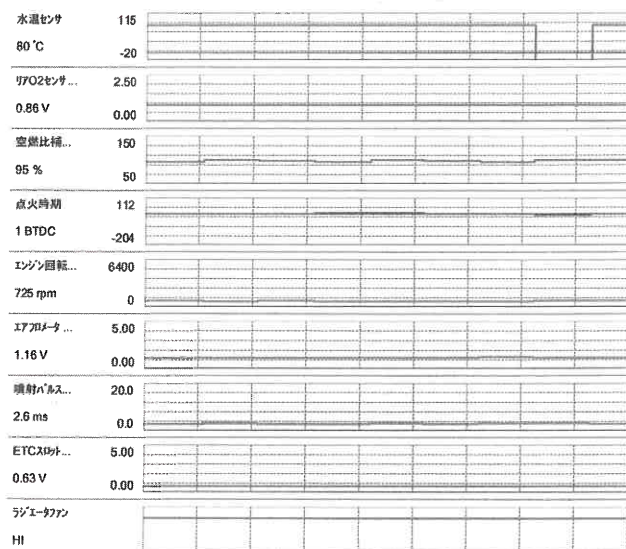


図2 フェイル・セーフの状態時のデータ

3. 水温センサ信号電圧と警告灯の関係について

図1の図中のAの矢印は電圧4.7V、温度-41°Cのと

きで、その信号電圧になるとエンジン警告灯が点灯する。又 B の矢印は電圧 0.4V、温度 140℃のときで、同じくエンジン警告灯が点灯する。A～B の範囲内の信号電圧であれば、エンジン警告灯は点灯しないことになっている。C の矢印は信号電圧 0.05V 以下、又は 4.8V 以上のときに ECU の制御によりフェイル・セーフの状態になる、フェイル・セーフ時のデータ・モニタの水温センサの表示は、-41℃からいきなり 40℃付近へ切り替わり、80℃までゆっくりと上昇していき 80℃で固定される。そのときの主な項目のデータ値が図 2 である、水温センサのデータがフェイル・セーフ中でも時々-41℃なるのが折れ線グラフに表れている。

4. 断線, 短絡したとき

断線及び短絡があると、信号電圧は断線時 4.8V 以上、短絡時 0.05V 以下と認識して、エンジン警告灯は点灯してフェイル・セーフの状態に移行する。

5. 特性不良による現象

コネクタの接触不良、アース不良、ECU 内部抵抗の増大などによって制御に好ましくない信号電圧が ECU に入力しても、信号電圧 0.5V～4.7V の範囲であれば ECU は異常検知をしない、だから警告灯も点灯しない、入力された電圧によってそのまま制御を続けてしまう。それが場合によっては、不具合となって現象に表れることになる。そこで、図 3 の水温 86℃(1.1V)の時の制御状態から水温センサ信号電圧を任意に変更して、どのような現象になるのか確認することにした。

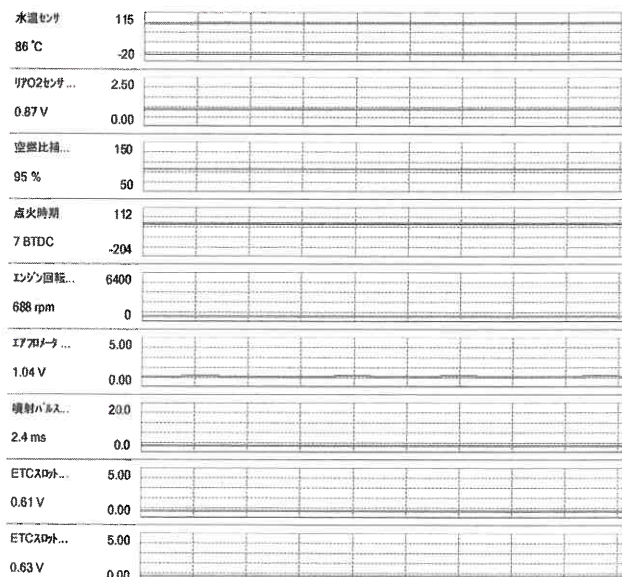


図 3 水温 86℃の時の主な項目のデータ

(1) 水温センサ温度 95℃(0.9V)にアップした時
水温センサ 95℃に設定した時のデータが図 4 である。図 3 と比べてみてもほとんど変化がない。

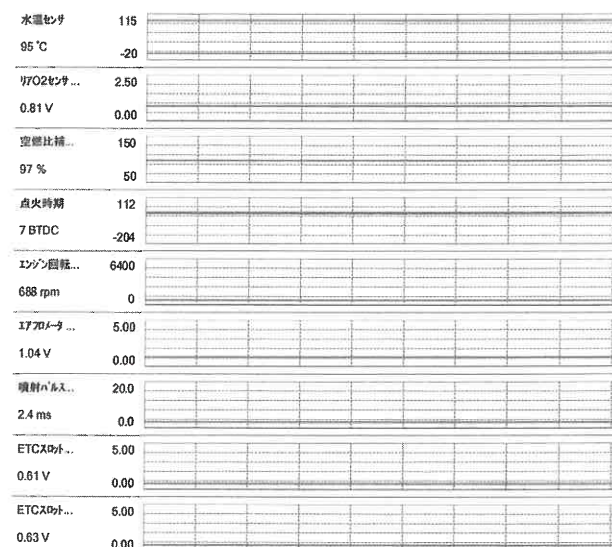


図 4 水温 95℃に設定時のデータ

(2) 水温センサ温度 98℃(0.8V)にアップした時
図 4 からわずか 3℃アップしたデータが、図 5 である。ラジエターの電動ファンが Low で ON している。他の項目も関連して動きがでている。

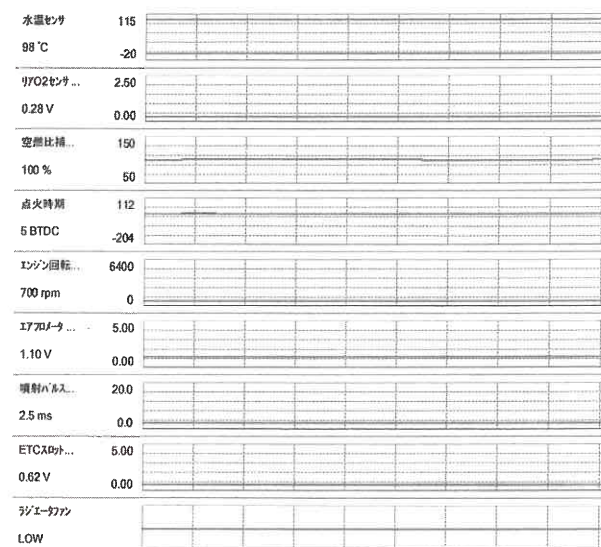


図 5 水温 98℃に設定時のデータ

(3) 水温センサ温度 50℃(2.3V)にダウンした時
水温センサ温度 86℃(1.1V)の時の状態から、水温センサ温度 50℃(2.3V)にダウンした時のデータが図 6 である。ここまで信号電圧がずれてしまうと現象が顕著にあらわ

れてくる、図3のデータと比較するとエンジン回転数が、かなり高い。それにともなって他の項目のデータも連動して制御している。この状態でエンジンを停止して再始動性を確認してみると、始動時間が長くスロットル・バルブを開かないと始動できない状態になる。

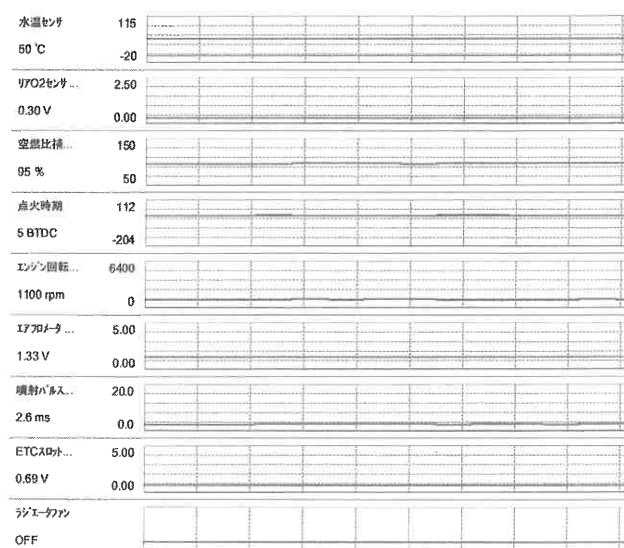


図6 水温50°Cに設定時のデータ

(4) 水温センサ温度20°C(3.5V)にダウンした時

水温センサ温度86°C(1.1V)の時の状態から、水温センサ温度20°C(3.5V)に一気にダウンした時のデータが図7である。ここまで信号電圧がずれてくるとエンジン回転がさらに高回転になっている。それにともなって他の項目のデータも連動して制御されている。この状態でエンジンを停止して再始動性を確認してみると、始動できない状態になる。

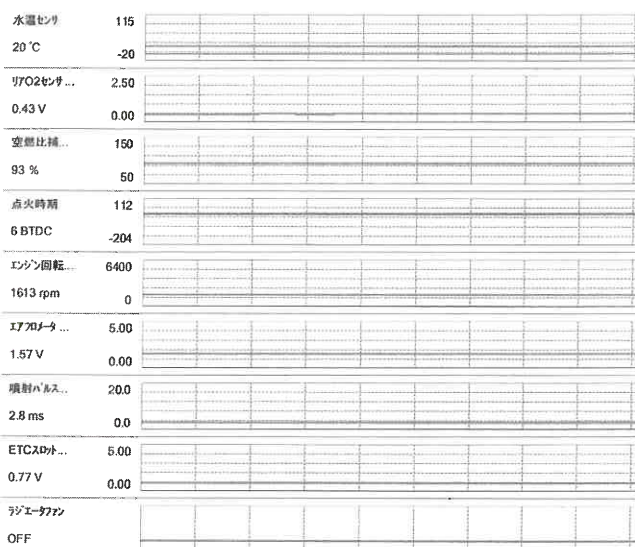


図7 水温20°Cに設定時のデータ

Ⅲ 測定結果

水温センサの電圧特性の範囲は、0.5V～4.7Vであった。その範囲内であれば入力された信号電圧の状態でも ECU は制御される。4.8V 以上又は、0.04V 以下ではフェイル・セーフの状態に制御される。又、異常検知の信号電圧は上限値 4.8V, 下限値 0.4V ということが、測定した結果でわかった。下限値の 0.4V～0.05V 間では ECU はオーバー・ヒートという判定をしていて、ラジエーターの電動ファンを High 駆動にしている。

Ⅳ おわりに

今回、測定した車両のデータと、教科書の内容と少し異なっている点があるが、間違いではない。教科書では外部診断器のデータは回路断線時-40°C, 回路短絡時140°Cとなっている。これはメーカーごとの ECU の制御によるものである。

不具合が発生して、原因の究明が困難な場合などには、外部診断器を活用してのデータが、原因の究明の手掛かりになるかも知れない。そのためには、データを分析できるすぐれた能力を備えておかなければならないと思う。

参考文献

- (1) 日産自動車：ノート整備要領書
- (2) 日本自動車整備振興会連合会：一級自動車整備士エンジン電子制御装置 p. 78-88 p. 231-260

エア・サスペンション実習装置試作（その1）

徳島工業短期大学 村上和義

Keyword : 大型車両, エア・サスペンション, 実習教材

I まえがき

自動車工学における研究課題として、自動車の3要素である走る、止まる、曲がるは基本であり、原動機、ブレーキ装置、ステアリング装置について、多くの研究がおこなわれていることは言うまでもないことである。さらに付け加えるとすれば、現在の自動車では乗り心地も重要なポイントである。乗り心地の要素である緩衝装置の進化により自動車の車両姿勢の安定性が向上するに従い、車両は高速化となり、物流のコストならびに安全性に大きく貢献したといえる。代表的な緩衝装置をあげると、リーフ・スプリング、コイル・スプリング、マルチ・リンク式、そしてエア・スプリングなど多種多様である。特に大型・中型運送車両における搬送物の安定性および安全性確保には、リーフ・スプリングとエア・スプリングは大きく貢献したと言える。

さて、大型車両の整備実習における課題であるわかりにくい（視認性）を考慮に入れて、エア・ブレーキ・システムについて、前回試作装置を報告した。本稿では、実車両部品を使って大型車両のエア・サスペンション・システム（以下エア・サスと称する）の整備実習をいかにわかりやすく、作業性および視認性も考慮に入れて、必要最小限度の構成で小型化した実習教材を試作することにしたので報告する。

II 試作装置の概要

現在，エア・サスを使用している車両は，大型，中型車両のオプション装備車であり，あるいは特定の用途（観光バス等）に使われている車両であるため，実車による整備実習では，特に中古車両購入の場合，台数も限られ，車両の状態，車歴等を考えると難しいと思われる．そこで，本実習教材の試作に至ったのであるが，現物の部品を使って製作するにあたり，実習教材としての活用（車高調整，部品の脱着整備等）を考慮すると，新品を購入することが良いと判断した．また購入する部品は，中型車両のエア・サスとした．

エア・サスの系統図として教科書（2 級シヤシ編）に載っているシステムを図 1 および図 2 に示した。図 1 は、レベリング・バルブにより作動するエア・サス配管図であり、図 2 は、ハイト・センサによる電子制御式エア・サスの系統図である。学生にとっては、各図は理解するには難しいことでは

ないが、実際に、大型車両実車での整備実習を行う場合、車両が大きいシステム全体像及び各部の部品構造を理解しにくいことが多い。つまり、エアの配管等が見え隠れして、接合部位がわかりにくく、配管の流れそのものが理解できないと考えられる。したがって、実際の部品を確認することができても、配管の入り口・出口がどちらなのか、あるいはどこからどこへつながっているのか、学生に実物の理解を促進させるためにも本試作装置を製作することにした。

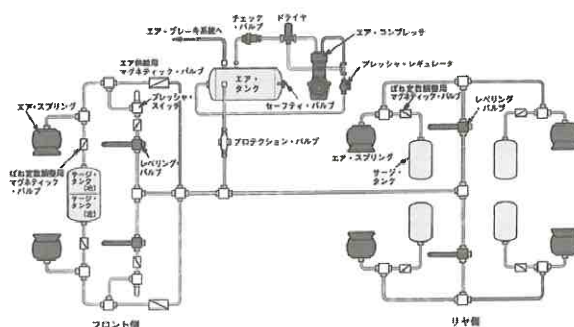


図1 エア・サスペンションの配管図

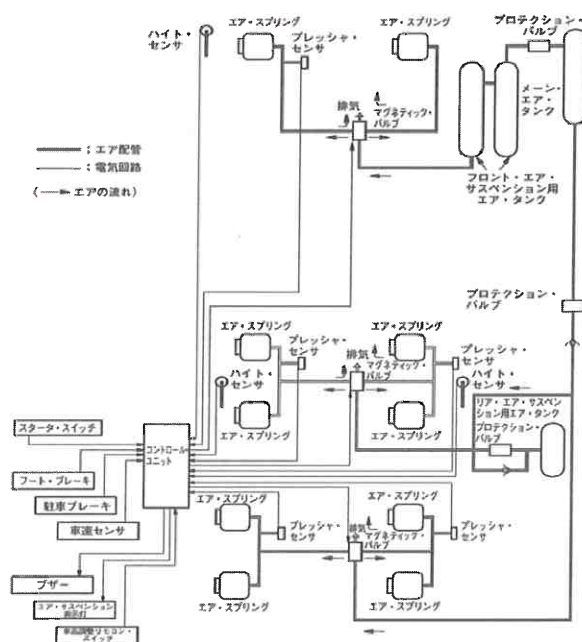


図2 エア・サスペンションの系統図

本試作装置を製作するにあたり、現行使用されているハイト・センサによるエア・サスと旧タイプであるレベリング・バルブを使用したエア・サスを製作することにした。

実習装置は、レベリング・バルブ式エア・サス装置を右側に製作し、ハイト・センサ式エア・サス装置を左側に製作し、一つの実習装置とする。まず、レベリング・バルブ式エア・サス装置を製作した後、ハイト・センサ式エア・サス装置を製作する。

ここで、レベリング・バルブ式エア・サスの構成に必要な主要部品として次の部品を選択した。

- ①エア・スプリング
- ②レベリング・バルブ
- ③プレッシャ・レギュレータ
- ④座イス

試作装置のシステムを図3に示す。

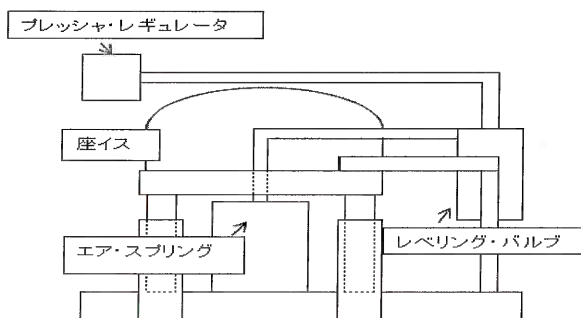


図3 レベリング・バルブ式エア・サス

レベリング・バルブ式エア・サスの試作装置を図4に示す。

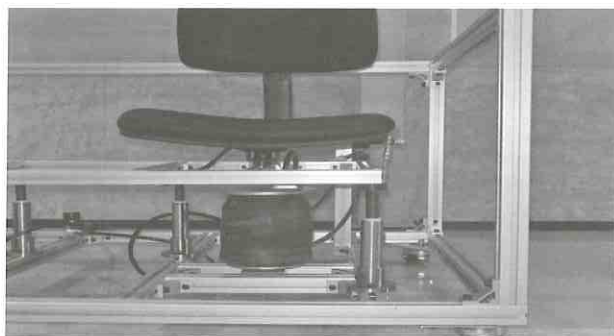


図4 試作装置

試作装置に供給される圧縮空気は、外部から供給（800kPa）するが、プレッシャ・レギュレータにより圧力調整し、レベリング・バルブには安全性を考慮に入れ200kPaで送管する。エア・スプリングへの荷重により、レベリング・バルブ式エア・サスは、レベリング・バルブ・レバーの傾きによりバルブの開閉が行われ、エア・スプリングに圧縮空気を供給することで座イスの高さを元の位置にもどす。

Ⅲ 試作装置の作動

レベリング・バルブ式エア・サスの試作装置の作動確認は、レベリング・バルブ&エア・スプリングが連動して作動することを確認することである。本来であれば座イスに荷重を掛けることで、エア・スプリングが縮んで、座イスが沈む。次にレベリング・バルブが作動して沈んだ高さをエアの加入によりスプリングのエア圧が増すことで座イスの高さを元の位置まで戻し、維持することになる。残念ながら実習装置に使用している4トンベースのエア・スプリングの場合、1個あたりに掛かる常用荷重範囲は、およそ2940N～14700N程度であり、通常では再現不可である。したがって、ここではレベリング・バルブの調整ロッドの高さを変える（座イス高を調整する）ことにより、バルブによるエア制御が行われ、エア・スプリングが加圧され、調整ロッドの通りに座イスの高さが変化することを確認することで、正常にエア・サスが作動していると判断する。これは、エア・サスの特徴の一つである車高調整機能の確認でもある。（図5参照）

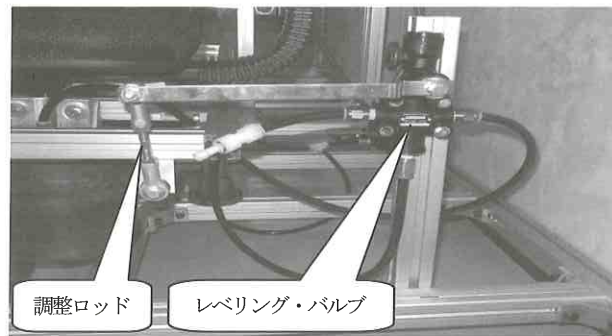


図5 レベリング・バルブ装置

調整ロッドの長さを変えて、座イスの高さが変化することを確認する。

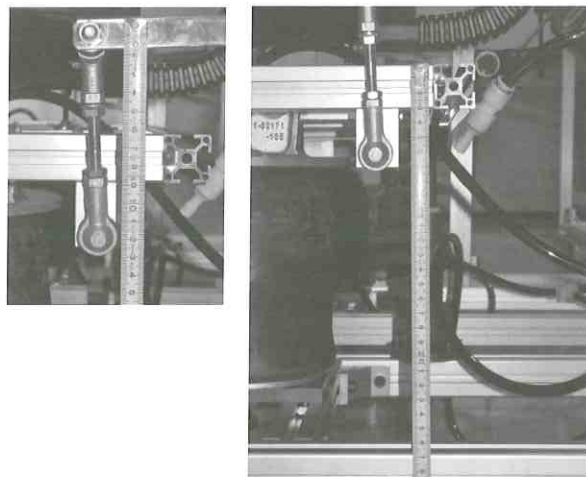


図6 調整前（ロッド長さ130mm、座イス高270mm）

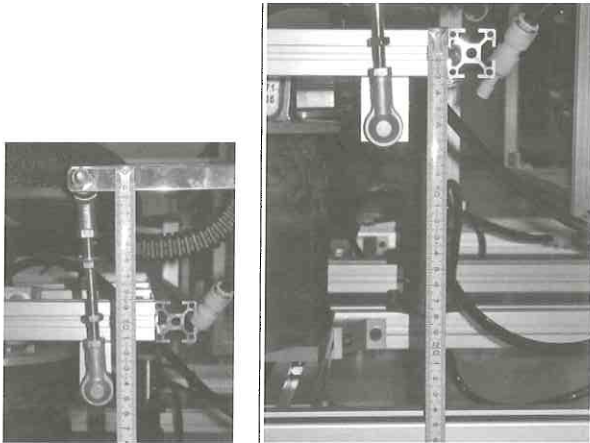


図7 調整後(ロッド長さ 155mm, 座イス高 250mm)

図6は、レベリング・バルブの調整ロッド(現在の長さ)と座イス高を確認すると、130mmと270mmであった。次に図7の様にロッド長さを155mmにすると、座イス高は250mmと低くなった。さらに、ロッド長さを元に戻すと座イス高も元に戻ることが確認された。これらより装置が正常に作動していることが確認された。

V あとがき

今回はレベリング・バルブ式のエア・サスを報告したが、次回はハイト・センサ式のエア・サスを作製し報告をしたい。本試作装置の役割は、現物の部品を使って製作することで、部品名称はもとより構造・機能を十分理解し、その作動状態の確認をすることである。さらに本試作装置を製作する狙いの一つが、エア・サスの車高調整および脱着作業の実習が簡単にできるようにすることである。

課題として、座イスのしゅう動部が2柱式のため不安定であった3柱式も考慮に入れて試作装置が活用できるように改善していきたい。

参考文献

- (1) 日本自動車整備振興会連合会：二級ガソリン自動車・二級ディーゼル自動車 シヤシ編, p.70, p.81

ソーラーカーの製作（その5） － 高校生教育用ソーラーカーの製作 －

徳島工業短期大学 小笠原史也・島田清

Keywords : 短期大学, ソーラーカー, 教育, 高校生, FRP

I まえがき

あすたむらんどに寄贈した小学生用ソーラーカーは各種イベントで活用され、当初の目的を十分に果たしている⁽¹⁾。本学においても、同種の教育用ソーラーカーがあればオープンキャンパス等に活用でき、また、本学のイメージ向上にも寄与するものと考えられる。

オープンキャンパスの主体は高校生であるため、サイズや機構についてひと工夫する必要があると考えられる。ベース車両として、一級専攻科の学生と共に製作したフレームを基に高校生に訴求できるものを製作する⁽²⁾⁽³⁾。

今回製作する車両は小型のソーラーカーであるため、乗降性と操作性の両立を図るため、車体形状を変形可能な機構とし、その効果の検証方法を研究することを目的とする。

昨年度は、ほぼフレームのみだった車両を走行可能な状態にした⁽³⁾。

今年度は、ハンドルの交換と出力制御装置の取付、ボディ・デザインの決定、そして、その一部を製作したので報告する。

II ハンドル周り

図1に、交換したハンドルを示す。前回取付けていた丸型のハンドルからフォーミュラ型のものに変更した。加えて、ドライバーに対してハンドル角度が傾いていなかったことでハンドルを切りにくかったため、ハンドル・ボスとハンドルの間に、取付面が15度の角度がついたハンドル・ボス・スペーサを取付けてハンドル角度の調整を行った。フォーミュラ型ハンドルの握る位置は、ハンドルの切れ角が45度に満たないことから、黒い樹脂部分とした。ボックス部は基本的には握らない。

図2に、出力制御装置を示す。今回はハンドル上部に取付けられていた⁽³⁾。今回はデザインを考慮しハンドル・ボス後部のハンドル下に取付けた。この位置に取付けることで、ハンドル周りをすっきりとした印象にできた。また、ハンドルを握る部分は樹脂が巻かれた黒色の

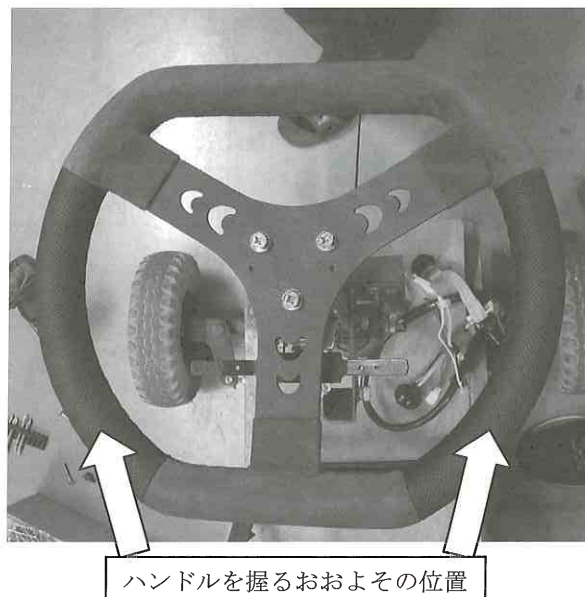


図1 交換したハンドル

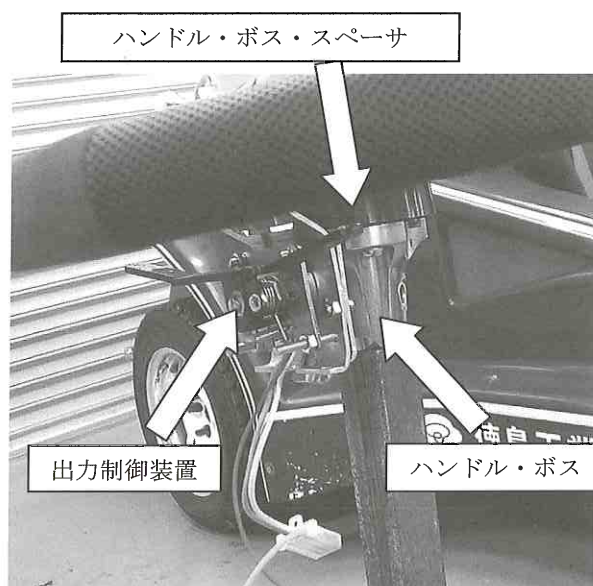


図2 出力制御装置

部分とし、ハンドル操作とアクセル操作を同時に行える。今後は出力制御装置を上から押しての操作、または、下からパドル・シフトのように操作できるように改良する。

Ⅲ ボディ・デザイン

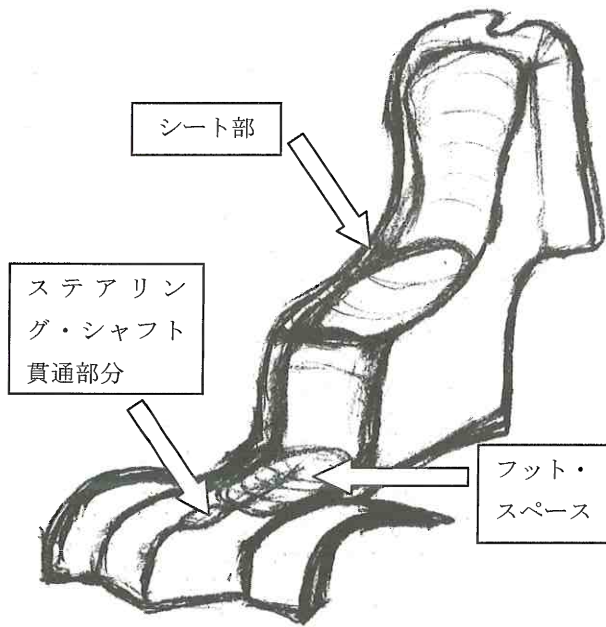


図3 フロント・ボディ・デザイン

図3に、フロント・ボディ・デザインを示す。フロント・ボディはフロント先端部からシート後方までを一体で成形するデザインとした。ステアリング・シャフト貫通部分ではボディ側で穴を設ける。その後方部分にフット・スペース、シート部を設けた。シート部は、カート用バケットシートをイメージし、一般的なシートよりもホールド性を向上させるデザインとした。シート下にはバッテリーが収納されるため、シート横にもカバーを設けた。このボディとは別に頭部保護のためのパッドを設ける。

図4に、リア・ボディ・デザインを示す。変形機構によってフレーム部とスイングアーム部が異なる動きをするため、フロント・ボディとリア・ボディを別体式とした。図4はフェンダデザインを考察している様子であり、フェンダが左右非対称である。製作では、左右のデザインを組み合わせたものにする。

図5に、フロント・ボディ・ワイヤを示す。フロント・ボディは、形状が複雑であることからワイヤによる造形を行い、それをFRP製作の骨格として用いることとした。図3のデザインに近いものができた。

Ⅳ まとめと今後の課題

今年度は、未確定であったボディ・デザインを決定し、その製作に着手した。また、デザイン性を考えて出力制御装置をハンドル下に取付けた。

今後は、ハンドル周りでは出力制御装置を上下両方から操作できるようにする。ボディでは、フロント・ボディ・ワイヤに裏面からガムテープを貼りつけて面形状を製作し、表面にはFRP素材を重ねてフロント・ボディとして製作する。リア・ボディは、木枠を製作して型からFRP成形を行う。

参考文献

- (1) 福栄堅治, 島田清, 近藤嘉弘, 河井一馬: 学童教育用ソーラーカーの設計・製作, 自動車整備技術に関する研究報告誌, 全国自動車短期大学協会, Vol.41, p.34-39 (2012)
- (2) 島田清, 西沢史郎, 河村優志, 松浦翔: ソーラーカーの製作(その3), 徳島工業短期大学紀要, Vol. 17, p. 13-14 (2013)
- (3) 小笠原史也, 島田清: ソーラーカーの製作(その4), 徳島工業短期大学紀要, Vol.18, p.41-42 (2014)



図4 リア・ボディ・デザイン



図5 フロント・ボディ・ワイヤ

マイクロカーの電動化（その1） —高校生向け教材の試作—

徳島工業短期大学 多田好宏・島田清

Keywords：短期大学，電気自動車，教育，教材

I まえがき

地球環境保護の観点から，自動車のCO₂排出量削減が叫ばれて久しく，自動車会社も従来の内燃機関を動力とするものから，電気モータを動力とするものへの転換を図り，バッテリーを搭載した電気自動車も市販されており，最近では水素を燃料とする燃料電池車の市販もついに開始された。

もっとも，いわゆる水素社会の到来のためには，社会的インフラの拡充が必須であり，ここ10年～20年というスパンで水素社会が到来することはないと考えられている。

一方で，内燃機関の熱効率も飛躍的に向上しており，ハイブリッド車に用いられているガソリンエンジンでも，直噴技術や可変バルブシステムを利用したアトキンソンサイクルの応用により，熱効率は40%を超えるところまで来ている。

これらのことから，ここしばらくはハイブリッド車や電気自動車が混在する形での車社会が維持発展するものと考えられる。

本学では，通常の内燃機関を用いた自動車の他，ハイブリッド車や電気自動車を教材として教育を行っており，教育内容を高校生にも分かりやすく伝えるために，光岡自動車製のマイクロカーなどをオープンキャンパスの教材として活用している。しかしながら，これらのマイクロカーは2ストロークのガソリンエンジンを使用しているため，エンジンを始動すると白煙がまじった排気ガスが目立ってしまい，環境保護の教育に反することとなってしまう。そこで，これまで本学で培ってきた電気自動車の知識を活かし，現状の2ストロークエンジンから電気モータへのコンバートを行うこととしたので，その途中経過につき報告する。

II マイクロカーの電動化の狙い

電気自動車の良さは，単にCO₂を排出しないばかりでなく，静粛性や，加速の良さなど，自動車が本来持っている走りの性能面でも有利な点がある。しかしながら，現状ではCO₂の話と，電費（走行距離当たりの電気代）

ばかりが強調されすぎているため，電気自動車はつまらないものとして特に若い人たちに誤解されている面がある。

今回のコンバート化に当たっては，特に若い人たちにクルマ本来の楽しさを理解してもらえるようにしたいと考えている。

コンバート化を行うマイクロカーは，光岡自動車製のフォーミュラータイプのもので，写真1に示すような，一人乗りのオープンタイプのボディを有するものであり，原動機付自転車としてナンバープレートを取得できるものである。



写真1 光岡自動車製マイクロカー

これを電動化するに当たり，狙いを以下の項目とした。

- a ぱっと見て恰好良い外観
- b 電気自動車の構造が分かりやすい構造
- c 電気自動車の走りの良さがわかる性能
- d 高校生が安全に試乗できる工夫

III コンバート化の方法

コンバート化の狙いに即して，具体的な改造内容及び方法を検討した。

まず，狙いの（1）に関しては，ベースとなる車自体がユニークな形状で十分スポーティではあるが，それをさらに恰好良くするために，前後にレーシングカーのようなエアスポイラーを装着することとする。

次に，狙いの（2）に関しては，ベースのマイクロカーは車軸懸架のリヤトランスアクスル形式で，2ストロークエンジンはトランスアクスルと一体構造であるため，シリンダブロック部分を取り去り，代わりにモータ取り付け座を設計・制作しそこにモータを取り付けることとする。加工前のリヤアクスルの様子を写真2に示す。



写真2 リヤトランスアクスル

また、バッテリーは運転者の右横のスペースに搭載することとし、モータおよびバッテリーのカバーを透明なアクリル樹脂製にして目で構造が分かるようにし、さらに、モータへの動力線に沿う形で赤及び青のLEDテープを張り付け、走行中はバッテリーからモータへ赤色LEDランプが流れるように点滅し、ブレーキをかけると、反対にモータからバッテリーへ青色LEDランプが流れるように点滅し、エネルギー回生が視覚的にわかるようにする。さらにダッシュパネルにはバッテリー残量計を設置し、走り方によりどの程度バッテリーが消耗するのかを表示することとする。

狙いの(3)に関しては、DC48V 公称値 3.5kW 実力値連続 4.5kW の直流ブラシレスモータを採用し、動力性能を上げることで、電気自動車らしい強力な加速を発揮できるようにする。モータの外観を写真3に示す。



写真3 直流ブラシレスモータ

最後の狙いの(4)に関しては、コントローラのプログラムを調整することで、最高速度及び最大電流を制限することができる機能を使い、発進加速は強力であるが、最高速度はたとえば 30km/h に制限して安全を確保することができるようにする。また、コンバージョンEVのガイドラインに沿ったブレーカや緊急停止スイッチなどを備えることとする。

IV コンバート化に使用する部品仕様

コンバート化に使用する主な部品仕様を表1にまとめて表す。ここに挙げた部品代だけで、購入代金は約 35 万円となっている。部品代としては、アクリルのカバーや配線用の部品及び、今後製作を予定している前後のスポイラーなどがある。このほかに、リヤアクスルにモータを取り付ける加工を外注しており、加工・取り付け・調整費用として 20 万円ほどを予定している。

V まとめ

今年度は、コンバート化の方法および仕様の検討に時間を取られ、外国製部品が多く、それらの入手に時間を要してしまった結果、現時点ではリヤトランスアクスルの加工に着手したところで終わってしまった。もう少し早くから部品の発注などを済ませておけば良かったところであるが、来年度は夏休み明けには前後のスポイラー部分を除き、走行可能なように組み立てまで終え、後期のオープンキャンパスにはお披露目できるようにしたいと考えている。

参考文献

- (1) 多田, 吉田: 教材用電気自動車ポルシェ EV(その 4), 徳島工業短期大学紀要, Vol.18 p. 39-40 (2014)
- (2) 電気自動車普及協議会 EV コンバージョン部会: コンバージョンEVのガイドライン (2011)

表1 主な部品仕様

部品名称	メーカー名	品番	主な仕様
モータ	モータナジー	ME0907	DC48V3.5kW
コントローラ	ケリー	KBL48301X-140	DC48V3.5kW300A
スロットルペダル	ケリー	KTP05V	0-5V
コンタクト	オールブライト	SW80A-XX	98VDC300A
ブレーカ	三菱電機	NF250-CV	DC250V300A
DC-DC コンバータ	SUKUZU	K-DC11020	12V20A
EV ディスプレイ	CPA	CPA-EVDV4R2	DC12-340V
バッテリー	グリーンサーバ	SP36-12	12V36Ah×4 個

あすたむカートの研究開発（その1） —あすたむらんど園内周遊カートの企画—

徳島工業短期大学 島田清

Keywords：短期大学，ソーラーカー，教育，あすたむらんど

I まえがき

徳島県の子供向け体験型科学教育機関である「あすたむらんど」とは、以前からソーラーカー⁽¹⁾の開発などを通し、本学と連携した活動を行っているが、今般園内周遊用の多人数乗りカート（以降あすたむカートと仮称）の製作を依頼された。

現状では、写真1に示すように市販の電動カートをリースにて運用しているが、「あすたむらんど」の目的にふさわしい機構や形状になっているわけではなく、リース費用もかさむためもあり、よりよいものを本学との共同研究の形で製作することとした。本年度は、具体的な試作等に着手する前の企画の部分につき報告する。



写真1 現状使用中の電動カート

II カートの企画

園内周遊用のカートは、すでになんらかの会社が市販しており、小型のものでは写真2に示すようなゴルフ場で使われている、いわゆるゴルフカートをベースにしたものがある。乗車人数は運転手を含めて5人乗りが多い。



写真2 5人乗りカートの例（ハウステンボス）

また、写真3に示すような、同様の機構で座席を増やし11人乗り～15人乗りのものも市販されている。



写真3 14人乗りカートの例（中国製）

さらに乗車定員を増やすものとしては、写真4に示すようないわゆるロードトレインと称した物で、先頭の機関車形状の車両が客車を数両牽引するものも市販またはリース販売されている。これらのものは、内燃機関を使用するものが従来多かったが、現在では、バッテリーを搭載する電気自動車のものも作られている。



写真4 ロードトレインの例

今回「あすたむらんど」から依頼されたカートは、定員が10名以上で動力としては電動モータを使用したものが最低条件であったが、科学教育機関であるあすたむらんどにふさわしいカートはどうあるべきかを、まずは明確にすることから企画をスタートすることとした。

現在市販またはリース販売されているカートは、走行速度が高くなく、使用場所及び用途も限られるからか、自動車を専門に扱ってきた者の視点から眺めると、安全性や乗降性などに問題が多いと言わざるを得ない。實際上、ゴルフカートやロードトレインでも運行中の人身事故が起きている。

そこで、「あすたむらんど」の目的に合致し、本学の自動車研究としてもふさわしいものとして、開発仕様としてまとめた。

Ⅲ 開発仕様

1. 運転手を含め乗車定員を 10 名とする。
 - (1) 乗客席は 3 人掛け 3 列とし、各列大人 2 名小人 1 名を乗車定員とする。
 - (2) 小人は、幼稚園および小学生とし、幼児は定員に含めない。
 - (3) 各列の定員重量は 1400N を上限とする。
2. あすたむカートは、ソーラー発電付き電気自動車とする。
 - (1) ソーラー発電容量は、定員乗車時の晴天日中時にソーラー発電のみで平坦路を走行できる容量以上とする。
 - (2) あすたむカートは、外観を含めソーラーカーと呼称できるものとする。
3. 連続運転可能時間は、ソーラー発電が行えない条件でも、定員乗車時での園内走行 2 時間以上とする。
 - (1) 「あすたむらんど」園内の巡航速度は、10km/h とする。
 - (2) 走行開始時は、搭載バッテリーが満充電であることを条件とする。
 - (3) 夜間照明等の灯火装置は装備するが、前照灯点灯時の走行時間は仕様を含めないこととする。
 - (4) 雨天時でも通常走行できる構造とする。
 - ① 運転席は、ドアにて雨天対策を行う。
 - ② 乗客席に雨が吹き込むことは許容とする。
 1. 車体右側に簡易なビニールシートの雨除けを装備することは可能
 2. 車体左側は開放のまま
 - ③ 風速 10m/s 以上の強風時の運転は考慮しない。(強風時は運行しないこととする。)
4. あすたむカートは、来園客の安全を最優先としたものとする。
 - (1) 走行中には、乗降ができない構造とする。
 - ① 乗降ドアを設け電磁ドアロック付きとする。
 - ② ドア開閉スイッチとパーキングブレーキを連動させ、走行中はドアが開かない構造とする。
 - (2) 客室内には、突起物、角部がない構造とする。
 - ① 角部はクッションパッドで保護する。
 - ② 床は滑り止めシートを敷く。
 - (3) 歩行者が車体下部に巻き込まれない車体形状と

する。

- (4) 警告音の他に音声警告装置を備え歩行者へ配慮したものとする。
 - (5) 被害軽減ブレーキを装備する。
 - ① 市販の超音波センサを使用した障害物警報器を流用
 - ② 障害物までの距離 1.5m で駆動力を遮断
 - ③ 障害物までの距離 1.0m で回生ブレーキ(弱)作動
 - ④ 障害物までの距離 0.5m で回生ブレーキ(強)作動
 - ⑤ 完全停止はフットブレーキが必要
 - (6) 上記安全対策を行う条件の下、あすたむカートの最高速度は、20km/h 未満とし、自動車としての法規上の安全対策(シートベルトや、衝突時安全装置など)を行う必要のない乗り物とする。
5. あすたむカートは、来園者が科学技術や未来の夢を感じることができるものとする。
 - (1) 外観上、一目で近未来的なソーラーカーと認識できる形状とする。
 - (2) 外観上近未来を予想させる形状や色彩とする。
 - ① 最低地上高を下げ、タイヤを見せない形状
 - ② カメレオン塗装やラメ塗装などで未来的なイメージを訴求
 - (3) 客室内にソーラー発電の様子や、電気の流れが理解できる表示装置を備えることとする。
 - (4) 電気モータや搭載されているバッテリーなどが目視できるよう、車体の一部を透明アクリル樹脂製とした車体構造とする。

Ⅳ 実現性検討

まずは、ざっくりとした主要諸元のめどを決めるため、市販されている 5 人乗りゴルフカートをベースに検討を行うこととした。

5 人乗りゴルフカートの代表的な主な諸元は下記。

- ① 車両空車重量: 5600N (内バッテリー重量 1800N)
- ② モータ出力: DC48V 3kW
- ③ バッテリー容量: 12V100Ah×4

上記に対し下記変更を行う。

- ① バッテリー容量半減: -900N
- ② ソーラーパネル設置: 800W +600N
(800W の根拠は後述)
- ③ 乗車定員増に対する車体補強: +800N
- ④ モータ容量変更: 3kW→4.8kW

この結果、あすたむカートの空車重量は 6100N となり、定員乗車時の総重量は運転者:550N, 乗客:1400N×3, 荷物:150N として総重量は 11000N となる。

次に、この仕様での性能を検討する。

転がり抵抗係数 C_r は、10km/h 走行時で $C_r=0.015$ と仮定し、20km/h 走行時は $C_r=0.02$ と仮定する。園内のこう配を測定したところ、最大こう配は 4.5° (8%) であったため、平均こう配を 2.25° (4%) とする。

車両の伝達効率 η は、トランスミッションとプロペラシャフトを廃し、モータ出力をコグベルトとプーリで直接リヤアクスルを駆動する形式とできるため、比較的効率の高い $\eta=0.85$ と仮定する。

タイヤサイズは 145R12 (動荷重半径:265mm 空気圧 350kPa) で、モータ～タイヤまでの総減速比 f_f は $f_f=20$ と仮置きする。

入手予定のモータの性能を表 1 に示す。

表 1 モータの仕様

入力電圧	48V
定格出力	4.8kW
最大出力	14.4kW
定格電流	100A
瞬間最大電流	300A
定格トルク	12N・m
ストールトルク	37.8N・m
効率	90%
サイズ	φ8"×5.5"
メーカー	モーテナジー
型番	ME0708

巡航速度時に効率の高い回転域を使うように各仕様を決め、10km/h 時にモータ回転速度が毎分 2000 回転に、最高速度である 20km/h 走行時にモータ回転速度が毎分 4000 回転になるようにした。モータの実力は、定格値とかけ離れることが多いため、メーカー公表の実測データから、100A 入力時の実出力トルクとして、毎分 2000 回転時はモータ効率 $\eta_m=0.85$ で $19.5\text{N}\cdot\text{m}$ 、4000 回転時は $\eta_m=0.88$ で $10\text{N}\cdot\text{m}$ 、ストールトルクは 180A 入力時に $36\text{N}\cdot\text{m}$ の値を採用することとした。

ソーラーパネルの必要容量は、上記の車両が平坦路を巡航速度 10km/h で走行するときの要求動力と効率から次式であらわされる。

$$\begin{aligned} \text{発電容量} &= \frac{\text{車両総質量} \times \text{走行抵抗係数} \times \text{車速}}{\eta \times \eta_m} \\ &= \frac{11000 \text{ N} \times 0.015 \times \frac{10}{3.6} \text{ m/s}}{0.85 \times 0.85} = 634.4 \text{ W} \end{aligned} \quad (1)$$

式 (1) の結果から、発電効率を 80% と仮定し、発電容量を 800W とした。

定員乗車時のあすたむカートの動力計算式は、モータ出力トルクを T_m 、総減速比を f_f 、タイヤの動荷重半径を r_d 、伝達効率を η 、車両総質量を W 、転がり抵抗係数を C_r 、こう配角度を θ で表せば、空気抵抗は無視して下記にて表すことができる。

$$\frac{T_m \times f_f}{r_d} \times \eta = W \times (C_r + \sin \theta) \quad (2)$$

これを計算の結果、10km/h 走行時では、 $\theta=5.6^\circ$ すなわち 9.8% こう配まで登坂可能であり、巡航速度でのあすたむらんの園内周遊に問題はないことが明らかとなった。20km/h 走行時では最大登坂は 3.84% (2.2°) こう配までとなるため、20km/h 一定速度での走行はできないことになるが、運用上の問題はない。最大登坂こう配は 180A 入力時で 17% (9.67°) となった。

巡航速度での走行可能時間は、ソーラー発電が全く期待できない条件で、バッテリー使用限界を残量 20% としたときでは次式で表すことができる。ここで、バッテリー容量を C_B 、車速を V と表す。

$$\begin{aligned} \text{走行時間} &= \frac{C_B \times 0.8}{W \times C_r \times V} \times \eta \times \eta_m \\ &= \frac{12\text{V} \times 50\text{Ah} \times 4 \times 0.8}{11000\text{N} \times 0.015 \times \frac{10}{3.6} \text{ m/s}} \times 0.85 \times 0.85 = 3.03\text{h} \end{aligned} \quad (3)$$

すなわち、定員乗車時での平坦路走行可能時間は約 3 時間となる。実際の園内周遊コースは上り下りがあるため、平均こう配を 4% とし、下りでは動力を必要としないと仮定すると走行可能時間は次式で表すことができる。

$$\begin{aligned} \text{走行時間} &= \frac{C_B \times 0.8}{\text{走行抵抗} \times \text{車速}} \times \eta \times \eta_m \times 2 \\ &= \frac{12\text{V} \times 50\text{Ah} \times 4 \times 0.8}{11000 \text{ N} \times (0.015 + 0.04) \times \frac{10}{3.6} \text{ m/s}} \times 0.85 \times 0.85 \times 2 = 1.65\text{h} \end{aligned} \quad (4)$$

この条件での走行可能時間は約 1.6 時間となり、目標の 2 時間には到達していないが、最近の市販の安価なコントローラにおいても、回生ブレーキ制御を有しているものがあるため、その形式のコントローラを採用することを前提にし、下り坂においては得られる回生ブレーキ動

力の半分をバッテリーに戻すことができると仮定すると、走行可能時間は次式で表すことができる。

$$\begin{aligned} \text{走行時間} &= \frac{C_b \times 0.8}{(上り走行抵抗 - 下り走行抵抗 \times 0.5) \times P} \times \eta \times \eta_m \times 2 \\ &= \frac{12V \times 50Ah \times 4 \times 0.8}{11000N \times ((0.015 + 0.04) - (0.04 - 0.015) \times 0.5)} \times \frac{10}{3.6} \frac{m}{s} \times 0.85 \times 0.85 \times 2 = 2.14h \end{aligned} \quad (5)$$

上記のように、回生ブレーキの効果により、目標の 2 時間を達成することができる。ただし、実際の回生効率がいくらになるかは実験にて確認する必要がある。

V 具体的構造検討

量産を前提としたものであれば、フレームや走行装置などすべてを設計することになるが、今回は 1 台きりの試作となるため、制作効率や雨天走行も前提とするため運転台の防水対策も行うことを考慮して、軽トラックをベースにホイールベースを延長する形でまとめることとした。

運転台より後ろ側のフレームは、乗降性を考慮してステップ高 160mm の 2 段で床面高さとするためにオリジナルフレームとするが、リヤアクスルおよびサスペンションは軽トラックのものをそのままを流用する。

建築基準法施行令⁽²⁾で小学校の階段に関して基準が定められており、それによると蹴上高さは 16cm 以下、踏面奥行き寸法は 26cm 以上となっているため、その基準を採用することとした。

乗客用の椅子は、制作工数と費用を抑える意味と防水対策から、樹脂製ガーデンチェアの中から選択することとした。

制作費用については、おおざっぱに部品代と機械加工代で 100 万円をめどとしている。予算の大まかな内訳を表 2 に示す。

表 2 予算概略

分類	予算(千円)
部品取り種車買い取り費	50
フレーム材料	50
車両消耗部品	28
モータ、コントローラ他	324
ソーラー発電関係	126
電装系	52
表示モニター制作	9
車体内外装	303
予備費	58
合計	1,000

基本レイアウトを織り込んだ側面図を図 1 に、外観イメージを図 2 に示す。

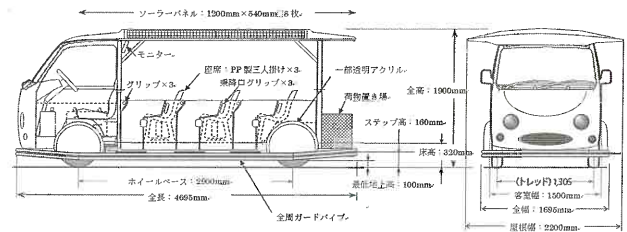


図 1 基本レイアウト側面図

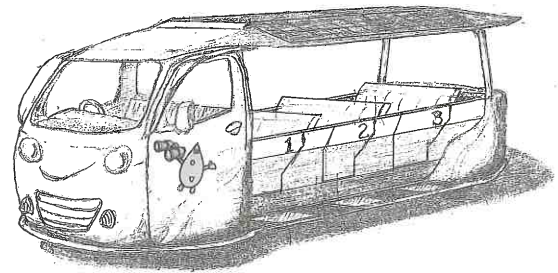


図 2 外観イメージ

VI まとめ

自動車を専門に教育・研究に携わる者として、次代を担う子供たちに自動車を身近に感じてもらい、自動車に対して良い意味で親しんでもらうために、これまでも子供向けソーラーカーを 3 台製作して「あすたむらんど」に寄贈してきたが、地域貢献のさらなる推進の意味も込めて、今回は「あすたむらんど」との共同研究の形で、より本格的なソーラーカーの製作を手掛けることとなった。限られた予算の中で、創意工夫によってよりよいものを作り、また理論と実際の差を実験的に研究する機会にもなるためやりがいを感じている。

本学の他の教員および、自動車工学専攻の学生にも協力を仰ぎながら、平成 27 年度中の完成を目指してゆきたいと考えている。車体の塗装については、前回のソーラーカーでも協力していただいた車体工学専攻の教員及び学生の力も仰ぐことになるのでよろしくお願いいたします。

参考文献

- (1) 福栄堅治, 島田清, 近藤嘉宏, 河井数馬: 学童教育用ソーラーカーの設計・製作, 自動車技術に関する研究報告誌, 全国自動車短期大学協会, Vol.17, p.13-14 (2013)
- (2) 建築基準法施行令 (平成二十七年一月二日政令第一三号) 第 3 節階段 第 23 条

振動実習装置の製作（その２）

— 振動装置の計画 —

徳島工業短期大学 遠藤春雄

Keywords：ばね，エア，振動

Ⅰ はじめに

昨年，エアシリンダを使ってエラスプリングの振動装置を計画し，振動装置模型を製作したにとどまり，今年度動かしてみた．エアシリンダの動きは，エア圧力を0.1MPa～0.4MPaまで変化させ，錘(約20N)を落下させた．結果は，0.1MPaのエア圧力で移動台(約20N)を落下させた場合，エア圧力が0.3MPaまで上がり元の状態に復帰した．0.4MPaのエア圧力の場合，エアシリンダが，衝撃で一瞬下降するがすぐに元の状態に復帰した．この装置でエラスプリングの代用も考えられることから，振動測定器に代わり，エア圧力と時間の波形を振動の代替と考え，改造することにした．

Ⅱ 装置の改造

1. 改造計画

エア圧力と時間の波形観測は，オシロスコープを利用し，たわみと荷重の関係も細かい測定ができるようにする．今回の改造は，エア圧力のデジタル化とたわみを細かく測定できることの二点に絞って計画した．荷重に関しては，改造装置を作動させてから錘を考えることとした．

2. デジタル型圧力ゲージ

現在取り付けているアナログ型のアナログエアゲージの他にデジタル表示付電子式圧力センサ(妙徳 製)を追加した．



図1 電子圧力センサ

表1 電子圧力センサ仕様

型式番号	MPS-P33
適用流体	空気・非腐食性ガス
使用圧力	-0.1～1MPa
耐圧力	1.5MPa
電源電圧	DC12～24V
アナログ出力	DC1～5V／0～1MPa

この圧力センサの外観は図1に示し，その仕様は表1に示す．

3. マイクロ変位センサ

ばね定数を求めるためのたわみ量の測定は，ポテンシヨ・メータで移動量を電圧に変換して数値を求めることで考えていたが，装置の作動状況からたわみ量が微少であるとわかった．そこで，たわみ量もマイクロ変位センサ(オムロン製)を採用した．変位センサの外観は図2に示し，その仕様は表2に示す．



図2 マイクロ変位センサ

表2 マイクロ変位センサ仕様

形式	Z4D-F04A
定格電源電圧 V	DC12～24V
検出範囲	4±1.25mm
出力	1～5V (1.6V/mm)

4. 装置の改造

圧力センサと変位センサの取付け状態を図3に示す。

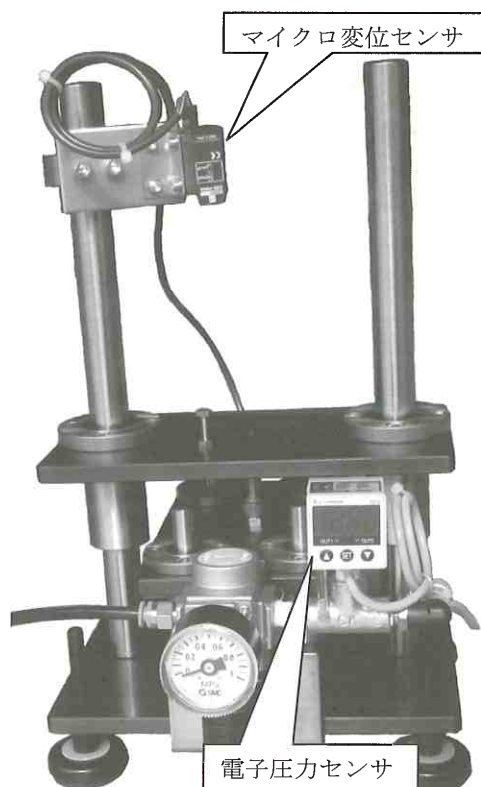


図3 センサ取り付け

デジタル表示付き圧力センサは、圧力調整弁の近くに設置し、エア圧力の測定範囲を0.01MPaまで可能とした。マイクロ変位センサは、4～5mmの測定範囲のため、移動できるように支柱に取り付けた。

Ⅲ エア圧力変化の測定

改造した装置は、センサを使用しているので、エアシリンダの動きをエアの圧力に置き換えてオシロスコープで測定できるようになった。

測定は、移動台を落として、衝撃を与えるのではなく、押し下げて、自然にエアシリンダを動かすこととした。

縦軸に圧力の変化（一目盛 500mV—0.125MPa）、横軸に時間の変化（一目盛 200ms）とし、エア圧力が、0.3MPa 時のデータを図4に示す。圧力は、0.3MPa から 0.075MPa (300mV) 上昇し、393ms 後に元にもどった。同様に、0.156MPa 時のデータを図5に示す。圧力は、0.156MPa から 0.046MPa (186mV) に上昇し、0.156MPa から 0.02MPa に下がって 636ms 後に復帰した。エア圧力が低いほど復帰に時間がかかっている。圧力の変化は、設定圧力の低いほど変化が少ない結果となった。

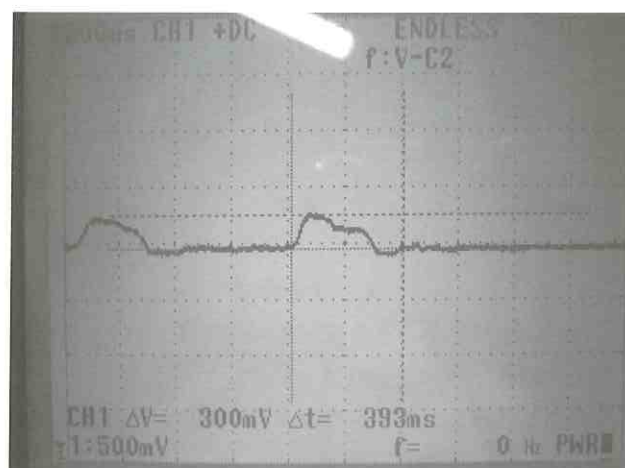


図4 エア圧力 0.3MPa

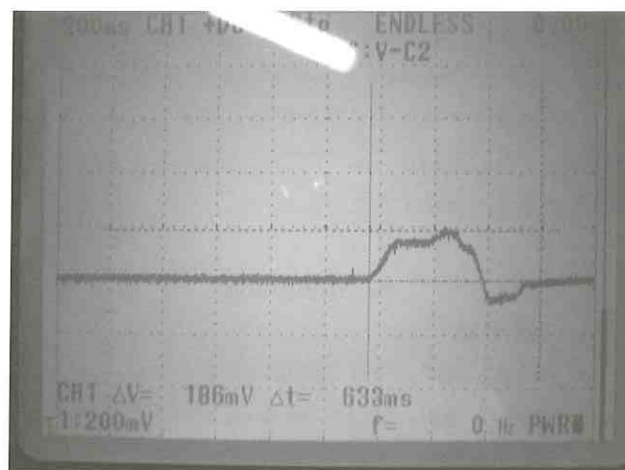


図5 エア圧力 0.156MPa

Ⅳ 考察と今後の課題

装置の改造は、実測から圧力センサによってエアシリンダの動きをみることができた。しかし、ばねの振動でなく、一回の圧力変化で元に戻りダンパの動きとなった。これは、荷重に対してエアシリンダの力が強すぎた、レベリングバルブの代わりに使った圧力調整弁からエアシリンダへ空気の授受があったなどの原因が考えられる。

この対策として

- a エアシリンダの直径を 20mm から 10mm に変える。
 - b 圧力調整弁と圧力センサの間にストップ弁を使い、空気の授受をなくす。
 - c 移動台の重さを変えて、エア圧力の変化をみる。
- を考慮して再改造する。

参考文献

- (1) 日本自動車整備振興会連合会：二級自動車整備士ガソリン自動車シャシ編，p.64-69

3D プリントを使得の教材製作の試作

徳島工業短期大学 廣瀬博文・平野一正
島田清・一級専攻科学生

Keywords : 3D プリント, ものづくり, 教材製作

I まえがき

2013年頃から 3D プリントが世間で広く話題を集めたが 3D プリント自体は製造現場では 20 年近く前から使われており,決して最近登場した製品というわけではない。

しかし,数年前に 3D プリントの基礎技術の 1 つである熱溶解積層方式の特許が切れ,この方式の安価な 3D プリントの製造が可能になったため,話題を集めるようになったのである。

安価な 3D プリントはパーソナル 3D プリントと呼ばれており,業務用の 3D プリントが 100 万円を超えるのに対し,パーソナル 3D プリントは数十万で購入できることが最大の魅力である。こうした 3D プリントは精度や信頼性は業務用 3D プリントに及ばないが,「ものづくり」を行う上で非常に大きな武器となる。

今回は本学でもこのパーソナル 3D プリントを導入したので,この 3D プリントを使得教材製作を試みた。

II 研究の目的

今回の研究の目的は 3D プリントの今後の活用方法を模索するために,3D プリントを使得オブジェを造形するまでの過程を記録し,その過程で発生した問題点などを洗い出す。どのようにオブジェが製作されるのか,また今後どのような教材が製作可能かも検討する。

III 使用機材について

今回,使用する 3D プリントは 3D Systems,Inc 社製「CubeX Duo」である (Fig.1 と Table.1)。この 3D プリントはヘッドが二つあるデュアルヘッドモデルである。ヘッドが一つしかないシングルヘッドでは造形に 1 種類の材料しか使うことが出来ないので造形は 1 色のみになり,サポート部分 (オーバーハングする部分は,下に支えとなる差オート部分の造形が必要) が造形材料と同じ材料で造形されることになる。サポート部は造形完了後,取り除く必要があるが,同じ材料だと綺麗に除去するのがかなり大変である。

それに対し,デュアルヘッドモデルでは 2 種類の材料

を同時に利用することが可能なので,2 色の造形が可能になるほか,サポート専用の材料を利用してサポート部分を造形することが可能になる。

また材料には ABS 樹脂と PLA 樹脂の 2 つが選択可能である。ABS 樹脂は PLA 樹脂と比較して高温で溶解させる必要があり,冷える際の収縮率が大きいため注意が必要である。PLA 樹脂の場合は ABS 樹脂より低温で溶解でき,ABS 樹脂に比べて収縮率も少ないため造形しやすい。しかし,PLA 樹脂は高熱に弱く,強度的には ABS 樹脂が高いといわれている。



Fig.1 3D プリント「CubeX Duo」

Table 1 「CubeX Duo」の仕様

ヘッド数	2 個
最大造形サイズ	W 230mm × D 265mm × H 240mm
Z 軸解像度	0.1/0.25/0.5mm
本体質量	37Kg
外形寸法	W 515mm × D 515mm × H 598mm
ヘッド先端の最大動作温度	280℃
材料	ABS/PLA(ポリ乳酸)

IV 3D モデルの造形

下記が 3D プリンタでオブジェを造形するまでの流れである。

- a 3D モデリングソフトで 3D データを製作する。
- b 3D データをスライスソフトでツールパスデータに変換する。
- c ツールパスデータを 3D プリンタに読み込ませて造形を行う。

3D プリンタはその名のとおりに、3D の物体を造形するための装置だが、その元となるのは 3D データである。3D プリンタはあくまで 3D データに従って造形を行う装置なので 3D データがなければ何の役にも立たない。

しかし最初から 3D データを製作するのは難しいと考え、まずはインターネットにある著作権フリーの 3D データを利用して造形を行うことにした。インターネットを検索したところロータリーエンジンの 3D データを見つけこれを活用させていただいた (Fig.2)。

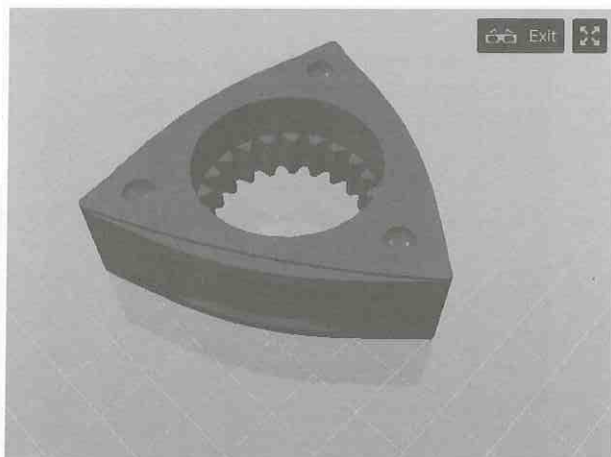


Fig.2 3D データ

まずローターの部分を ABS 樹脂と PLA 樹脂と 2 種類の材料で製作してみた (Fig.3, Fig.4)。ABS 樹脂では PLA 樹脂と比較すると表面の造形が美しかったが冷える際の収縮率の高いためにオブジェの下部が反り上がっている (Fig.5)。逆に PLA 樹脂では収縮率が低いためにオブジェの下部が反りあがることはなかったが上部の表面の造形はあまり綺麗ではなかった。また同じ 3D データを使ったにもかかわらず造形時間に差が生じた。ABS 樹脂の場合、1 時間 46 分に対し、PLA 樹脂は 3 時間 41 分もかかった。この違いの理由をはっきりしていないが樹脂を溶解させる温度の違いが原因ではないかと推測している。

次にその他のパーツの造形に取り掛かった。残りのパ

ーツは「ハウジング」「シャフト」「ベアリング」である。これらのパーツを ABS 樹脂で製作をおこなった。ABS 樹脂を選択した理由としては仕上がりが美しいからである。これらのパーツを造形し細部を加工、調整を行った後、組み立ててロータリーエンジンの試作の教材が完成した (Fig.6)。



Fig.3 造形作業中の様子

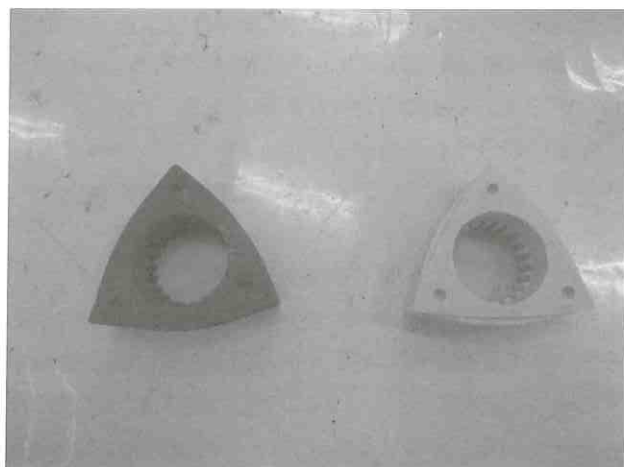


Fig.4 造形したオブジェ (左側 : PLA 右側 : ABS)

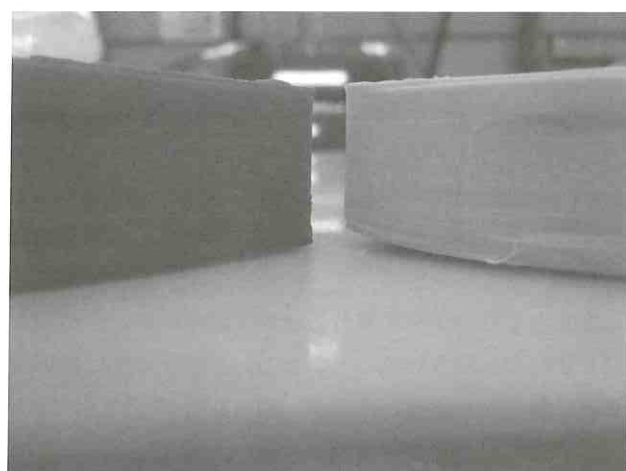


Fig.5 収縮による変化 (左側 : PLA 右側 : ABS)

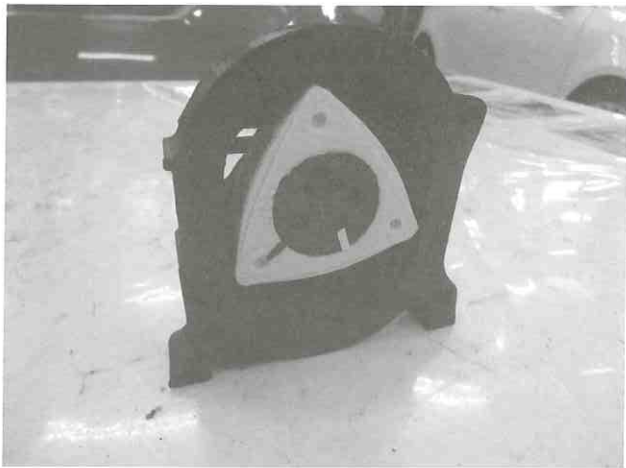


Fig.6 3D データ

参考文献

- (1) PC Watchi [パーソナル 3D プリンタ導入の手引き] (<http://pc.watch.impress.co.jp/>)
- (2) Thingiverse 物理オブジェクトのためのデジタル設計 (<http://www.thingiver.com>)

V 問題点

今回の試作で教材といえるオブジェを 3D プリンタで造形することができたが造形するまでの過程で様々な問題点が浮上した。まずヘッドとテーブルとの調整であるが、目視あるいは紙の厚みを利用して調整するというものであった。安価なパーソナル 3D プリンタであるため、この重要な調整を手動で調整しなければならない。この調整は造形の成否に関わる。ちなみにこの調整を失敗したためヘッドと造形物が接触してヘッドを損傷するトラブルが発生した。

また先に述べた通り、3D プリンタは樹脂を溶解してオブジェを造形するため冷却による収縮に気をつけなければならない。特に ABS 樹脂ではかなりの収縮率であるため大きなオブジェを製作する場合、下部が大きく反り上がってしまう恐れがある。

VI まとめ

このように 3D プリンタを使って教材を製作することは可能であることがわかった。しかし、いくつかの問題点がありそれらを考慮しつつ造形していく必要がある。

また今回は既存の 3D データを使って造形を行ったが、次回はオリジナルの 3D データを製作してオブジェを造形したいと考えている。しかし、オリジナルの 3D を製作するには 3D モデリングの技術が必要不可欠である。3D モデリングをする方法として建物を設計する場合に使用する「3D CAD ソフト」と、映画や 3D ゲームのキャラクターや CG アニメーションなどを製作する「3D CG ソフト」の 2 種類があり、これらは一長一短がある。どちらのソフトも高い技術的スキルが必要であるので、すぐにオリジナルの教材の造形が可能ではないが徐々に造形できるように努力していきたい。

ブレーキ反応速度測定装置の製作と応用（その3） －製作報告と運用について－

徳島工業短期大学 櫛田直人

Keywords：ブレーキ装置，交通安全教育，教材

I はじめに

この研究は平成24年度から試作しているブレーキ反応速度測定装置の改善，試作報告である。

今年度は科研費奨励研究の助成を承っての研究となった。

II 今年度の改善点

今年度は以下の項目について改善をおこなった。

1. 反応速度測定装置の小型化
2. シグナルの小型化
3. シグナル，フットスイッチ，反応速度測定装置のワイヤレス化

1の反応速度測定装置の小型化については，昨年度にランダムに点灯させる様にシーケンサを導入したことにより，反応速度測定装置が大型化し運搬・設置しにくくなったので，それを改善する為である。2のシグナルの小型化も同様にランプが飛び出した形状であった為，大きくバランスが悪かったので，今年度はSMD型LEDへと改善し平面化した。3のシグナル，フットスイッチ，反応速度測定装置のワイヤレス化では，今までケーブル接続としていたがドアへの挟み込みや設置場所に融通が利かない問題があったのを改善する為である。

III 反応速度測定装置の改善

反応速度測定装置内部を図1に示す。装着されているシーケンサやカウンタ等の配置を改善し，ケースを金属製から樹脂製へ換装し大きさ及び重さについて改善をすることができた。

また今回から導入するワイヤレス化の送信機および受信機の取り付けをおこなった。

反応速度測定装置の外観を図2に示す。カウンタについては1000分の1秒まで測定できる物を採用し，タイマーについては前回製作した物を使用した。スイッチについては小型の物に交換することにした。またシーケンサからUSBを使用してexcelへの入力を可能にしている。

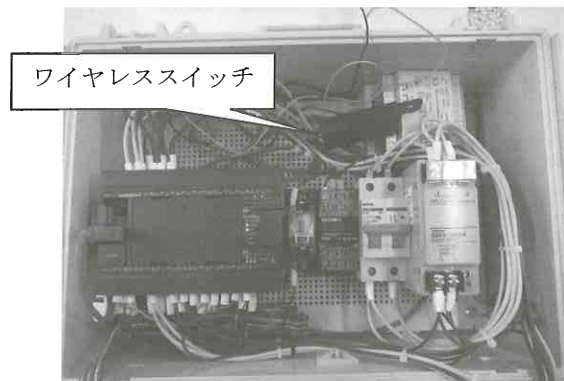


図1 反応速度測定装置 内部



図2 反応速度測定装置外観

そして，新たに製作したシグナルについてはワイヤレススイッチのオムロン製受信機3個を赤色，黄色，青色の各色へ取り付け，信号を受信すると点灯する仕組みにした。シグナル点灯部分にはSMD型LEDのモジュールを装着した，シグナルの色については赤，青，黄のフィルムを張り付け信号機を模した形にした。電源についてはニッケル水素電池を使用した充電式とし，また電源についてはON/OFFを把握しやすいようパイロットランプを取り付けている。図3

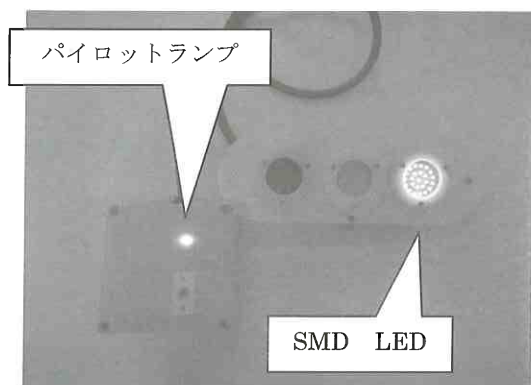


図3 シグナル

フットスイッチについても新しく製作した。今回はフットスイッチのみであったが今回は、送信機と電源を確保するためのボックスを取り付けた。中にはフットスイッチが踏まれると信号を発信する送信機が組み込まれている。ワイヤレススイッチのオムロン製送信機を使用している。

またこのフットスイッチは車両に取り付けることを前提としているので、電源についてはシガーソケットから電源をとるようにした。そしてON/OFF状態が把握しやすいようにパイロットランプを取り付けた。図4

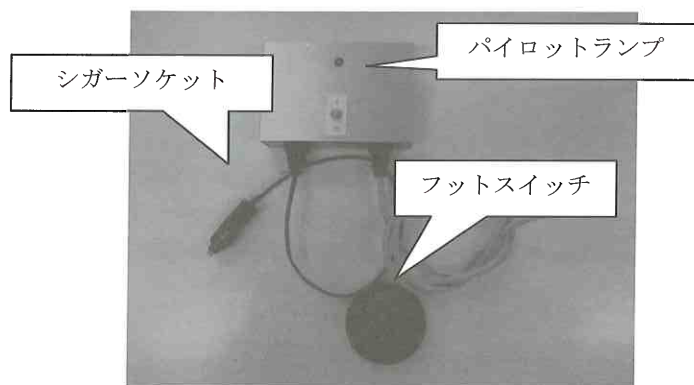


図4 フットスイッチ

このように各装置を無線化することにより、設置のわずらわしさが無くなり、設置しやすくなることができた。

IV 設置と操作方法

設置についてはシグナルを車両前方に、フットスイッチを車両へ取り付ける。その後、無線電波の届く範囲に測定装置を設置しPCに接続すれば準備完了となる。運転者、操作者以外に測定結果を見せる場合はプロジェクターへの出力をする。図5



図5 設置状態

測定装置の操作について説明する。図5

- (操作者) タイマにて点灯タイミング時間調整。
- (操作者) スタートスイッチを押す。
- シグナル点灯。どの色が点灯するかはランダム。
赤色が点灯と同時に計測が始まり、カウンタに表示される。
- 運転者がブレーキ操作後、反応時間がPCへ出力される。(プロジェクターへ表示)
- リセットで終了。

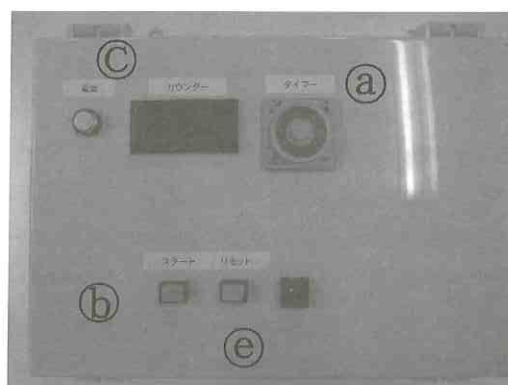


図6 操作手順

V 測定してみても

実際に測定してみたところ、設置・測定について特に問題なく作動し、測定できた。私が実際に測定した例を示す。表1

有線から無線による作動遅れが発生することを考えていたが、実際には前回製作した試作機の測定結果と変化は見られなかったもので、測定に使用できると考えている。

表 1 測定結果

日付	時刻	秒	1/10	1/100	1/1000	タイム
15/03/24	11:29:20	0	5	7	6	0.576
15/03/24	11:29:28	0	5	2	4	0.524
15/03/24	11:29:33	0	5	1	2	0.512
15/03/24	11:29:39	0	5	0	8	0.508
15/03/24	11:29:45	0	4	5	0	0.45

Ⅵ 今後について

現在は、実習車に装着しての測定のみとなっているが、可搬式としたことで教室での机・椅子を使用した反応測定等、様々な場所や条件を変えての測定を実施し、人の反応時間がどのように変化するのか研究していきたい。

また、現在は走行をしていないのでシグナルに集中した短時間での測定となっている。しかし実際は、長時間の運転や移り変わる走行状態での、絶えず変わりゆく状況での運転となっている、今後はより具体的な測定の為、車両前に録画した走行動画を映し出すことや、時間をかけた測定をしてみたい。

昨年の短大協会研究発表会で質問があった「運転者の履物による違い」についても測定、比較してみたい。スニーカーやスポーツサンダル等様々な履物で運転をされているが、反応時間に影響があるのであれば、今後の学生への交通安全指導に役立てることができる。

謝辞

本研究を行うにあたり平成 26 年度科学研究費助成事業（JSPS 科研費 26918006）の研究助成金を賜りましたことを記して、謝意を表します。

灯火パネルとトレーナーの製作報告

－ 製作報告と運用について－

徳島工業短期大学 櫛田直人
自動車工学専攻 片岡良・坂裕樹

Keywords：灯火パネル，トレーナー，自動車電気装置，故障探求，ものづくり

I はじめに

この研究は灯火パネルの製作とトランジスタ増幅回路及びリレー・ライト実習装置の試作報告である。

II 灯火パネルの改善

先ず灯火パネルの改善を実施した。以前は平面で実習していた装置を立てかけての実習，測定ができるようにと準備していたが，今回はより基本となる配線が理解できるように改善することにした。

改善前の配線状態を図1に示す。各種灯火装置はコンビスイッチでの点灯ができる。しかし各種配線はすでに実施されており電気の流れを確認することが難しい状態であった。

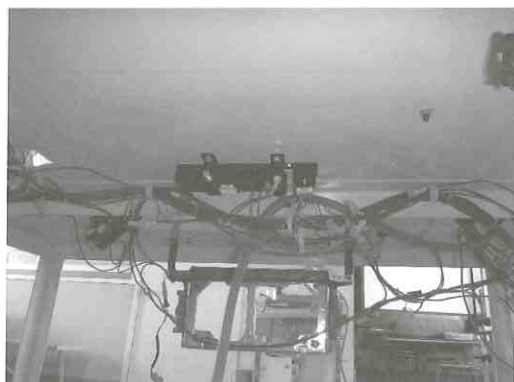


図1 元の配線状態

III 配線作業のやり直し

そこで，全ての灯火装置を分解し，配線を確認することとした。また配線図を基に配線の色の確認やコンビスイッチの確認をしたところ，車種・グレードの違いや，ジャンクションブロックがすでに取り外されていたこともあり，すべて一度配線をし直す必要があった。図2

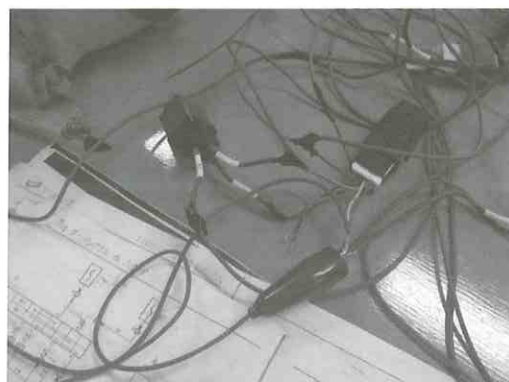


図2 ウィンカーリレー確認

新しくパネルも製作することとし，今まではカプラーで接続していた部分をボルトとミノムシクリップで接続し，配線の理解が出来るようにすることにした。図3



図3 カプラー代わりのボルト

一度全ての灯火類，スイッチ類，リレーをパネルに配置し位置関係を確認した後取り外して，パネルの加工を実施した。今回は塗装ではなくカーペット張りとした。これは使用していく過程での汚れや傷を目立ちにくくする目的がある。

また左右のヘッドライトユニット，テールライトユニットでの配線が左右対称になる様，配線の位置を確認しながら装着していった。また各種灯火類，スイッチ，リレーに関しては名称をアクリル板に記入した，配線についても全て番号を割り振り，問題や解答を確認しやすい

ようにした。灯火装置完成状態を図4に示す。

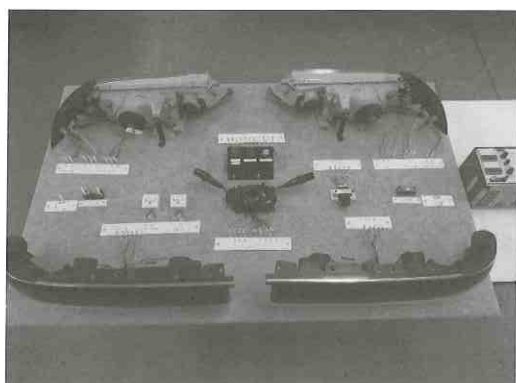


図4 完成状態

IV 配線の確認と解答作り

配線と配線図の確認は最初に行っていたが、改善すべき点や分かりにくい点が多くあり、今後実習していく上で説明しづらいということが分かったので、この灯火パネルにあった配線図も新たに製作することにした。図5

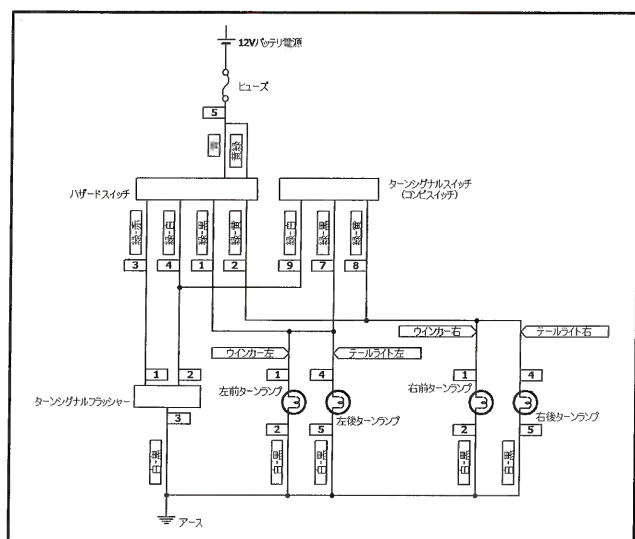


図5 ターンシグナル・ハザード 配線図

配線図には配線の色、接続する灯火の名称、端子となるボルトには番号を記入している。こうすることでわかりやすく接続できるようにした。

V 実習での活用

灯火パネルの製作・回路図の製作が完了し、実際に配線を問題として出題してみたところ、灯火の種類によっては灯火の基本であるアースコントロールについて理解しやすくなり、ターンシグナルでは作動させるにあたりリレー・ハザードスイッチ・コンビスイッチを使用する為、配線量も多く、難易度の高い実習をすることができ

た。

VI トレーナー制作の目的

次にトレーナーの制作について報告する。今回、灯火パネルを製作したところ、予想以上に難易度が高くなったので先ず、灯火装置の基本であるリレー回路の作動を理解できる装置が必要と考えた、また国家試験対策でもあるトランジスタ増幅回路のトレーナーも合わせて製作し今後の実習に役立てたいと考えた。

VII リレー回路実習装置

リレー回路実習装置の構成部品はリレー回路だけでなく各部分の断線設定が出来るようにし、不具合設定についても実習できるようにすることとした。図6

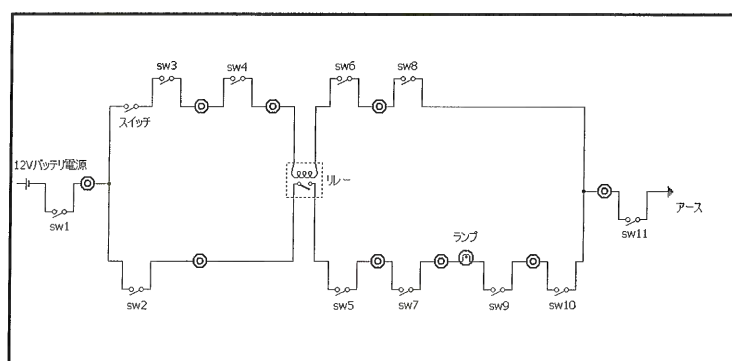


図6 リレー回路基本回路図

不具合設定が出来る箇所は配線だけでなく電源不良、球切れ、スイッチ接点不良やリレーのコイル側、接点側の内部故障、アース不良を設定出来るようにした。

VIII リレー回路実習装置製作

構成部品はアルミボックス・ライトスイッチ・12Vパイロットランプ・回路断線箇所設定スイッチ・テストピンジャック・DCジャック・12VスイッチングACアダプター・ヒューズケース・12V汎用リレーである。

まずアルミケースに印刷した回路図を貼り付け、コーナー部やスイッチ、パイロットランプ、テストピンジャック部分にケガキを行い、その後油性マジックにて記入を行った。そして部品取り付け部分に穴あけをし、取り付けをした。

次にケース裏側から配線図をもとに各部品から断線設定をするスイッチへの配線をした。この作業では回路図と実際の配線での整合性を持たせることが重要であり、確認しながらの作業となった。図7

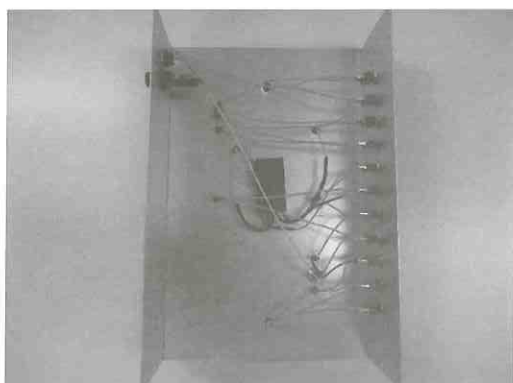


図 7 配線と取り付け部品

また表面には各部名称をステッカーにて制作し貼り付けをした, これは実習説明時により理解しやすくするためである. 本体側面には断線設定スイッチの状態を見えなくするための L アングルを取り付けた. 図 8

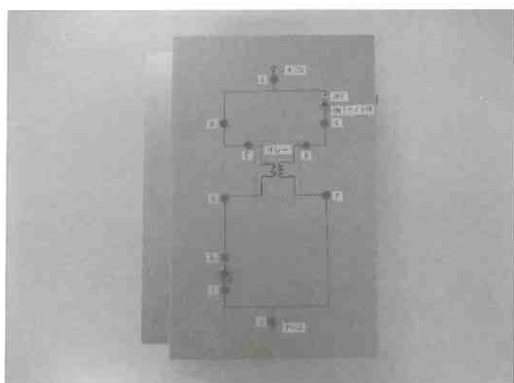


図 8 完成状態

正常な状態での各部テストピンジャックでの電圧測定を行いライト ON・OFF で正常な電圧変化を測定することができた. その後, 各部断線設定を行い配線の断線や接点不良の設定が出来ることを確認した.

IX トランジスタ増幅回路について

トランジスタ増幅回路については国家試験に出題されており, 紙面上の問題だけではイメージしにくいと考え実際に測定することで理解を深める為に製作することとした. 基本回路図を図 9 に示す.

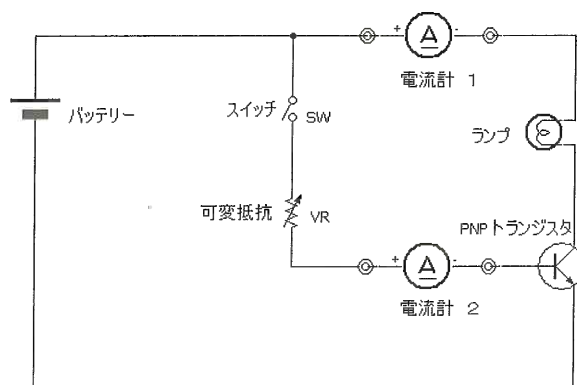


図 9 基本回路図

X トランジスタ増幅回路製作

構成部品はアルミボックス・DC ジャック・12V スイッチング AC アダプター・ヒューズケース・テストピンジャック・3W 電球・PNP トランジスタ・トグルスイッチ・可変抵抗・10kΩ 固定抵抗・10kΩ 可変抵抗とした.

ポイントとして可変抵抗を使用することで, ベース電流が変化したときの増幅率について測定ができるようにした.

実際に回路図に従いブレッドボードを利用して実際回路に問題がないか, また可変抵抗の大きさを決めた. ここで図 10 の回路では可変抵抗を小さくしていくと電流量が可変抵抗の容量を超えてしまい, 破損することが分かったことと, 可変抵抗だけではランプの明るさに変化が分かりにくかったことから, 可変抵抗値 10kΩ, 固定抵抗値 10kΩ とした. 図 10

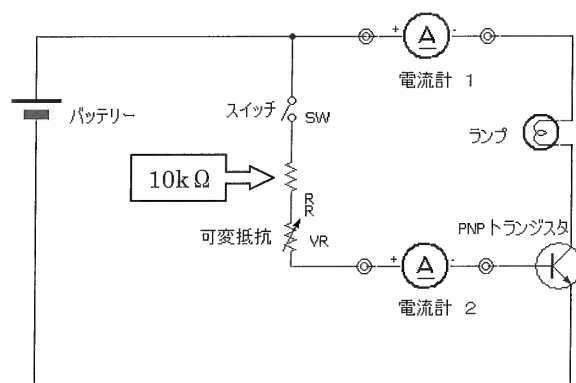


図 10 実際の回路図

回路図に沿ってアルミボックスを加工し、各部品を取り付けた、また表面には回路図を記入し分かりやすいようにした。図 11 ， 図 12

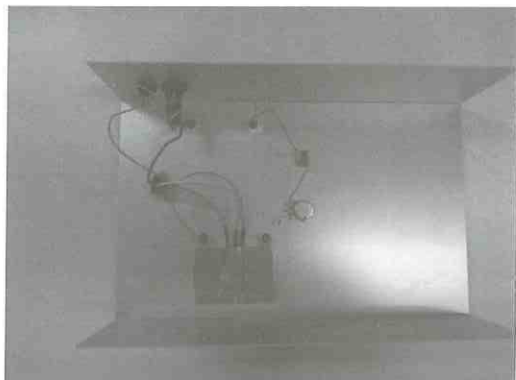


図 11 配線と取り付けた部品

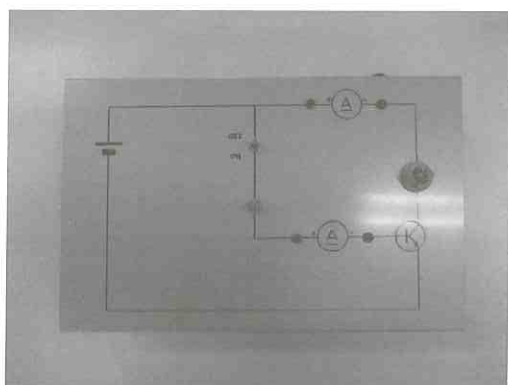


図 12 完成状態

デジタルテスタを使用して測定してみたところ、ベース電流，コレクタ電流ともに測定でき，比較することができた．またランプの点灯状態の変化も確認し易くすることができた．

XI まとめと今後について

今年度は一級専攻科学生と灯火パネルの改善とトレーナ－の製作をおこなった．まずどのような装置を作るのかというイメージから始まり，回路図，設計図，部品の準備と一貫して製作することで，自動車電気部品や故障探究の基礎でもある配線やリレーについてより理解を深める実習になったと考えている．

このようなものづくりでは，学生にとって初めての工具の使用や加工をすることで，実作業時における注意点や加工方法についても指導することができた．

今後については本科実習等で使用し，配線図の読み解き方，各種電気部品の働きや役割といった，自動車電装品の基本学習に展開していきたいと考えている．

車両メンテナンスによる燃費への影響について（その3） ータイヤ空気圧と電気負荷ー

徳島工業短期大学 吉田愛二・前田剛・多田好弘
自動車工学専攻科1年

Keywords: 燃費, タイヤ, 空気圧, 電気負荷, バッテリー容量, メンテナンス

I はじめに

整備士教育の一環として整備技術の向上は基より整備士としての資質向上が一級整備士には要求される。

そこでメンテナンスの必要性と燃費の関係についての計測, データ分析を行うと共に燃料価格の現状と整備士としての燃費向上対策などを考えさせ研究発表させることにした。図1, 図2に燃料価格と車選びを示す。

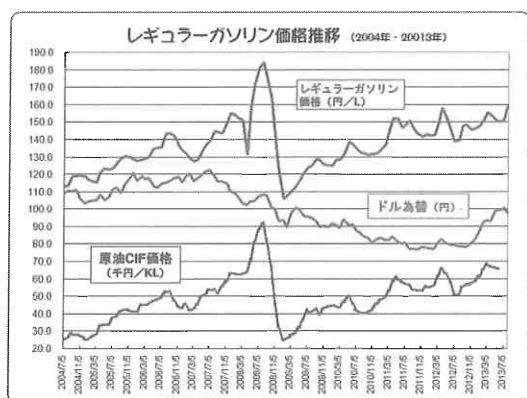


図1 レギュラーガソリン価格推移

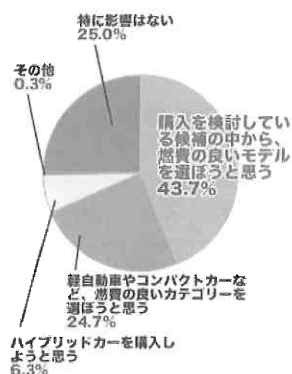


図2 燃料価格高騰と車選びの影響

II 実験方法

まずは基本データとして車両が正常な状態で走行するようにメンテナンスを行い走行燃費の測定を行った。

次に電気負荷の燃費への影響を調べるため, バッテリー容量100%時にライト・熱線・ヒーターの電源を入れて走行燃費の測定を行い, 次に今回はバッテリー容量が低下した場合の影響についても調べるためバッテリー容量70%時について同様の測定をした。図3に測定車両,

表1に測定車両スペック, 表2に試験装置概要, 図4に測定モニター及び図5に測定状況を示す。

タイヤ圧の変動による燃費への影響については100kPa, 200kPa, 350kPaについて測定した。



図3 測定車両

表1 マキシマ 主要スペック

測定車種	日産 マキシマ J30型
ボディタイプ	4ドア セダン
エンジン	V6 3L VE30DE
変速機	4AT
駆動方式	FF
全長	4765mm
全幅	1760 mm
全高	1346 mm
ホイールベース	2649 mm
車両重量	1400kg

表2 試験装置諸元

シャシダイナモメータ	ローラ径: 636.6mm 許容軸重: 1500kg 最高試験速度: 200km/h ローラ慣性相当重量: 500kg フライホイール数: 3枚 (500.250.125)kg 動力吸収部: 渦電流式 最大吸収動力: 170kw
燃料流量センサー	LS4150 1p/cc

III 測定条件

1. 走行モード

(1) JC08 モード

シャシダイナモ・メータ上で, 従来の10・15モード

燃費より実際の走行に近い JC08 モードで測定を行った。

(2) 定地走行

時速 60, 80km/h での燃料 100cc の消費に掛かる時間, 距離, 燃料消費率の測定を行った。

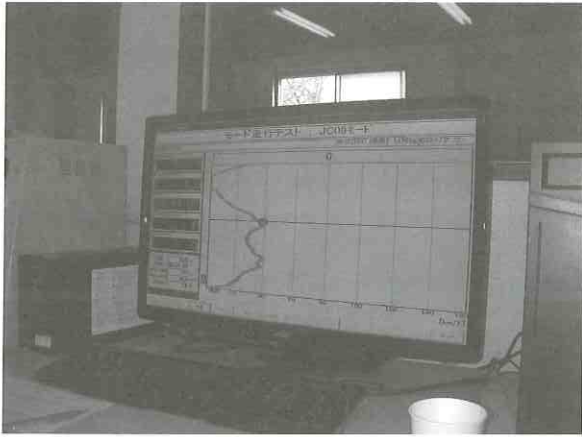


図 4 測定装置 モニター



図 5 測定状況

2. 測定条件

表 3 車の測定条件

タイヤ空気圧	200(基準値)
	100
	350
電気負荷 (エアコンコンプレッサ ー駆動はエンジン負荷とな るためブローモーターのみ の回転)	ライト類 ON 306W 曇り止め熱線 316W ヒーター 267W 合計 889W

表 3 の条件により測定を行い, 1 項目あたり 5 回の測定をし, 最大値, 最小値を除いた 3 回の平均値を測定結果にした。

IV 実験結果

次に実験データとして, 基本データ電気負荷を加えた場合 (2 種), タイヤ空気圧を変えた場合 (2 種) の JC08 モード, 60 km/h, 80km/h 定地走行時の取得データを示す。

1. 基本データ

測定回数	cc	SEC	Km	Km/ℓ	気温	気圧
1	903	20' 04	8.18	9.1	30	1013
2	908	20' 04	8.19	9.0	30	1013
3	924	20' 04	8.21	8.9	30	1013
平均	911.6	20' 04	8.19	9.0	30	1013

↑ JC08 モード

測定回数	cc	SEC	Km	Km/ℓ	気温	気圧
1	100	01' 45	1.75	17.5	29	1013
2	100	01' 44	1.73	17.3	29	1013
3	100	01' 45	1.75	17.5	29	1013
平均	100	01' 45	1.74	17.4	29	1013

↑ 60km/h 定地走行燃費

測定回数	cc	SEC	Km	Km/ℓ	気温	気圧
1	100	00' 48	1.06	10.6	29	1013
2	100	00' 48	1.06	10.6	29	1013
3	100	00' 47	1.05	10.5	29	1013
平均	100	00' 48	1.06	10.6	29	1013

↑ 80km/h 定地走行燃費

2. 電気負荷を加えた場合 (バッテリー容量 100%)

測定回数	cc	SEC	Km	Km/ℓ	気温	気圧
1	1045	20' 04	8.22	7.9	28	1013
2	1068	20' 04	8.14	7.6	28	1013
3	1083	20' 04	8.15	7.5	28	1013
平均	1065	20' 04	8.17	7.7	28	1013

↑ JC08 モード

測定回数	cc	SEC	Km	Km/ℓ	気温	気圧
1	100	01' 33	1.57	15.7	29	1013
2	100	01' 35	1.59	15.9	29	1013
3	100	01' 34	1.57	15.8	29	1013
平均	100	01' 34	1.58	15.8	29	1013

↑ 60km/h 定地走行燃費

測定回数	cc	SEC	Km	Km/ℓ	気温	気圧
1	100	0'46	1.00	10.1	29	1013
2	100	0'46	1.01	10.1	29	1013
3	100	0'46	1.01	10.1	29	1013
平均	100	0'46	1.01	10.1	29	1013

↑ 80km/h 定地走行燃費

測定回数	cc	SEC	Km	Km/ℓ	気温	気圧
1	100	01'52	1.88	18.8	23	1013
2	100	01'50	1.84	18.5	23	1013
3	100	01'50	1.84	18.5	23	1013
平均	100	01'51	1.85	18.6	23	1013

↑ 60km/h 定地走行燃費

3. 電気負荷を加えた場合（バッテリー容量 70%）

測定回数	cc	SEC	Km	Km/ℓ	気温	気圧
1	1211	20'04	8.2	6.8	25	1013
2	1194	20'04	8.2	6.8	25	1013
3	1279	20'04	8.2	6.4	25	1013
平均	1228	20'04	8.2	6.7	25	1013

↑ JC08 モード

測定回数	cc	SEC	Km	Km/ℓ	気温	気圧
1	100	00'48	1.07	10.8	23	1013
2	100	00'48	1.08	10.8	23	1013
3	100	00'49	1.09	10.9	23	1013
平均	100	00'48	1.08	10.8	23	1013

↑ 80km/h 定地走行燃費

測定回数	cc	SEC	Km	Km/ℓ	気温	気圧
1	100	01'35	1.6	15.8	25	1013
2	100	01'36	1.6	16.0	25	1013
3	100	01'36	1.6	16.0	25	1013
平均	100	01'36	1.6	15.9	25	1013

↑ 60km/h 定地走行燃費

測定回数	cc	SEC	Km	Km/ℓ	気温	気圧
1	100	00'41	0.9	9.2	25	1013
2	100	01'43	1.0	9.5	25	1013
3	100	01'43	0.9	9.5	25	1013
平均	100	01'42	0.9	9.4	25	1013

↑ 80km/h 定地走行燃費

4. タイヤ空気圧を変えた場合（350kPa）

測定回数	cc	SEC	Km	Km/ℓ	気温	気圧
1	866	20'04	8.16	9.4	22	1013
2	911	20'04	8.15	9.0	24	1013
3	903	20'04	8.16	9.0	26	1013
平均	893	20'04	8.16	9.13	24	1013

↑ JC08 モード

5. タイヤ空気圧を変えた場合（100kPa）

測定回数	cc	SEC	Km	Km/ℓ	気温	気圧
1	915	20'04	8.18	8.9	25	1013
2	937	20'04	8.16	8.7	25	1013
3	955	20'04	8.15	8.5	25	1013
平均	936	20'04	8.16	8.7	25	1013

↑ JC08 モード

測定回数	cc	SEC	Km	Km/ℓ	気温	気圧
1	100	01'38	1.62	16.3	25	1013
2	100	01'38	1.63	16.4	25	1013
3	100	01'40	1.65	16.6	25	1013
平均	100	01'39	1.63	16.4	25	1013

↑ 60km/h 定地走行燃費

測定回数	cc	SEC	Km	Km/ℓ	気温	気圧
1	100	00'45	0.99	9.8	25	1013
2	100	00'44	0.99	9.9	25	1013
3	100	00'44	0.99	9.9	25	1013
平均	100	00'44	0.99	9.9	25	1013

↑ 80km/h 定地走行燃費

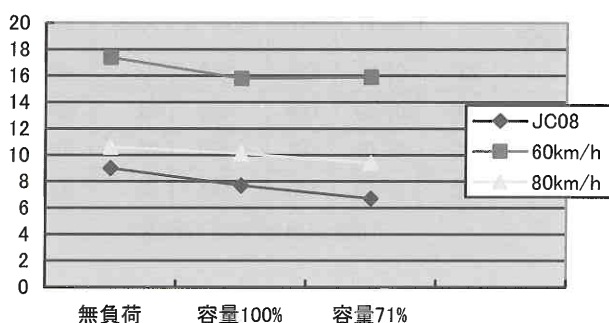


図6 ↑電気負荷をかけた場合

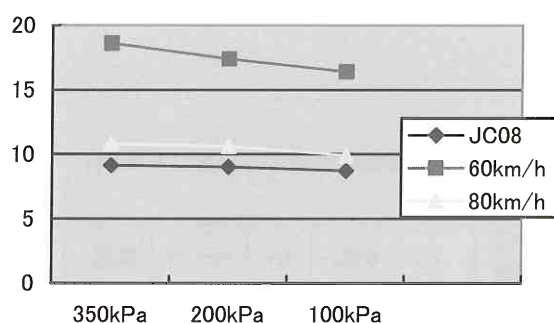


図7 ↑タイヤの空気圧を変えた場合

V 測定結果分析

a 図6より、電気負荷をかけると、当然のことながら燃費は下がった。JC08モードで見てみると、無負荷状態の平均が9.0km/Lという数値だが、負荷をかけると7.7km/Lと、1.3km/L燃費が落ちた。さらに、容量70%のバッテリーに交換し負荷をかけると6.7km/Lまで落ち込んだ。

b 図7より、タイヤ空気圧は標準値の200kPaから350kPaに空気圧を高めると、JC08モードで0.1km/L燃費が上がったが、60km/h定地走行では1.2km/L程度向上した。逆に、100kPaに空気圧を下げると、JC08モードで0.3km/L、差が大きかった60km/h定地走行では1.0km/L燃費が低下した。

VI まとめ

実験の結果から、「電気負荷」、「タイヤ空気圧」は燃費に影響するとわかった。

実験でクルマにかけた電気負荷は合計889Wだった。

この数字ではあまりピンとこないが、自転車の発電式ライトと比較してみると、自転車のあの電球は6V 2.4W。あのライトを点灯＝発電させると自転車のペダルが一気に重くなる。クルマでもそれと同じ現象が起きている。それも、自転車の約370倍もの電気をオルタネータは発電しなければならない。これは燃費が悪くなるのも当然である。

そのことから、メンテナンスとしては劣化したバッテリーは早めに交換する、使用方法としてはデフォッガは不要な時にはOFFにする、プロアファンの風量は一段階落とすなど、あまりオルタネータに負荷をかけないようにする必要がある。

次にタイヤのメンテナンスだが、タイヤはクルマの部品の中で路面と唯一接している。ということは、タイヤでそのクルマの性能や燃費が左右されるのは間違いない。空気圧で燃費を左右することはほとんどの人が知っているはず。自転車で例えると、空気圧の低い状態でこぐのはとても大変なこと。しかし、知らず知らずに空気圧は減っていく。ゴムは空気を通さないと思われがちだが、空気はゴムの分子の隙間を通して、一か月で5~10%も低下することが分かっている。空気圧不足はタイヤにかかる負担が大きくなり、転がりにくく燃費低下につながるだけではなく、トレッド面の両肩摩耗にもつながるから月に一度は空気圧を点検するべきである。

逆に、空気圧が高いと燃費が向上するという結果になった。確かに、空気圧が高くなるとタイヤの変形は少なく、路面との接地面が少なくなり、タイヤは転がりやすくなる。しかし、タイヤには「適正空気圧」がある。この適正空気圧を大幅に超える空気圧に設定すると、乗り心地の悪化、グリップ力低下、トレッド部のセンター摩耗など、燃費以外の問題が発生する。

以上のことから、整備士としてユーザーに対して適切なアドバイスをする必要がある。

VII 指導教員まとめ

実験を通して以下の成果が得られたと考える

- 実験方法の理解とシャシダイナモ・メータなど実験装置の使用法の理解が深まったこと。
- メンテナンスの必要性をデータ取得により数値的に理解ができたこと。
- 整備士としてデータを基に今後ユーザーに対してもアドバイスができること。
- 測定データを分析、発表することにより整備士としての資質が向上したこと。

自動車構造材料の軽量化と成形性

— 高張力鋼板のサーボプレスにおける摩擦係数 —

徳島工業短期大学 中哲夫

Keywords : 高張力鋼板, CO₂削減, サーボプレス, 摩擦係数

I はじめに

地球温暖化の防止は、近年多くのメディアでも取り上げられている。日本における二酸化炭素の排出量のうち運輸部門は約 20%を占め、その 80%~90%が自動車からとなっている。その中でも多くの比率を占めるガソリン乗用自動車では 1995 年度 (12.1km/L) から 2012 年度 (21.1km/L) までに図 1 に示すように約 74%の改善が見られる⁽¹⁾。今後も燃費効率をさらに向上させれば温室効果ガスの排出量の削減につながる。資源エネルギー庁の 2014 年 12 月に示した、ロードマップでは次世代自動車 (ハイブリッド自動車, 電気自動車, プラグインハイブリッド自動車, 燃料電池自動車, クリーンディーゼル車, CNG 自動車) の新車販売も 2030 年までに 5~7 割を目指している⁽²⁾。これらの車種においても燃費支配要因の 40%程を占める車体構造材料の軽量化技術及び、材料を適材適所に使う技術開発が燃費向上, CO₂排出量削減に非常に重要と思われる。

燃費にはエンジン性能やころがり抵抗なども関連するが図 2 に示されるように約 980N(100kgf)の車体重量の軽量化は燃料消費量を 8%以上低減し、燃費を約 1km/L 向上させるといわれている⁽¹⁾。また、図 3 の車体重量と CO₂ 排出量の関係に見られるように軽量化は CO₂ 排出量にも比例関係があることが理解できる。したがって、車体の軽量化は世界の自動車製造会社での重要な取り組みとなっている。

車体構成材料には高強度アルミニウム合金, マグネシウム合金, チタン合金, セラミックス, 炭素繊維強化樹脂複合材料 (CFRP) など使用されるようになりつつあるが⁽³⁾, 自動車の場合, 軽量化と衝突安全性の両者を満たさなければならない。それに対応するのは, 自動車の構成材料の 70%を占める鉄鋼材料である。また, この鉄鋼材料のうち 60%程度は高張力鋼板でその強度も年々増し, 2014 年販売のいくつかの車種では 1500MPa や 1800MPa 級の材料も使用されている⁽⁴⁾。しかし, 高強度化を進めると図 4 に示したように延性が特に低下しプレス成形性 (延性低下に伴う割れやしわの発生) が悪化する傾向がある。このプレス成形性がサーボプレス (従

来のプレスでは実現できなかったスライドモーションの自由な設定を可能にするプレス機械) のスライドモーションを駆使して改善された例が近年報告されている⁽⁵⁾。しかし, なぜサーボプレス機を用いた逐次成形技術で成形性が向上して割れやしわが発生しないで加工できるかは解明されていない。

本研究では加工性が向上した理由を解明するために, 計算力学やシミュレーションにおいても重要な, プレス加工時における摩擦状態の変化が加工性に影響している可能性に着目した。摩擦係数は多くのプレス成形限界に大きく寄与しているため, 図 5 に示すスライドモーション条件(c)Motion V に似せた摺動摩擦試験を行った。

条件は材料強度, 潤滑油種, 面圧, 摺動速度及び一時停止距離を種々に変化させ, 摩擦係数を計測し比較・検討した。



図 1 燃費の推移⁽¹⁾

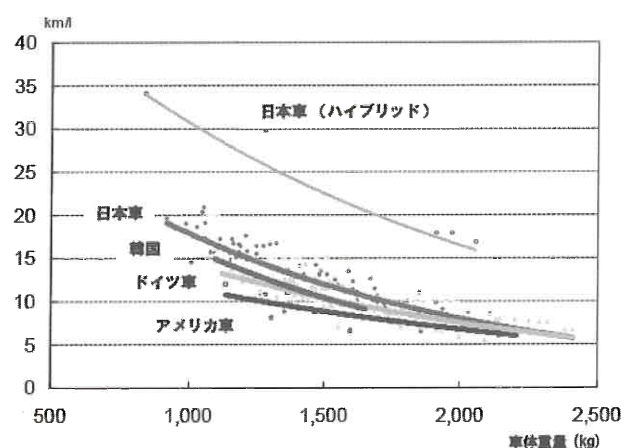


図 2 車体重量と燃費の関係⁽¹⁾

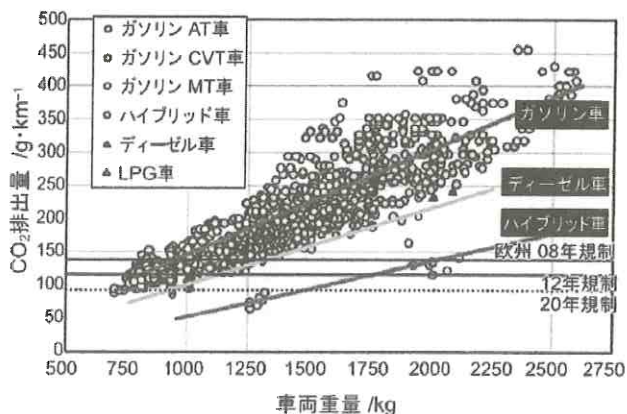


図3 車体重量とCO₂排出量の関係⁽⁴⁾

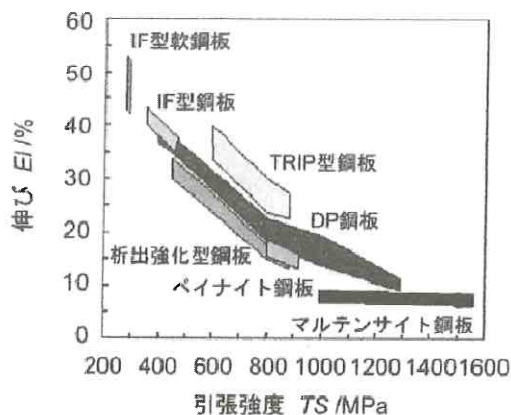


図4 各種鋼板の引張強度と伸びの関係⁽⁴⁾

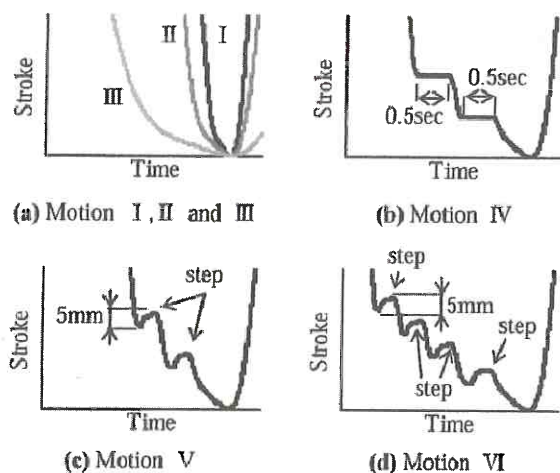


図5 サーボプレスにおける種々のスライドモーション⁽⁵⁾

II 材料及び実験条件

実験に供した材料は、二相組織鋼板 (DP 鋼板) の高張力鋼板で強度 590MPa, 790MPa 及び 980MPa 級の三種を用いた。板厚はすべて 1.60mm の板材を 245mm×25mm (引抜き方向×幅) にワイヤー放電加工機にて切出し、両端面のバリをパフにて取り除いた。潤滑剤は出光ダフニスーパークコート TW (高性能汎用防錆油) と出光ダフニプレスドロー LF38 (非塩素系高性能絞り加工油)

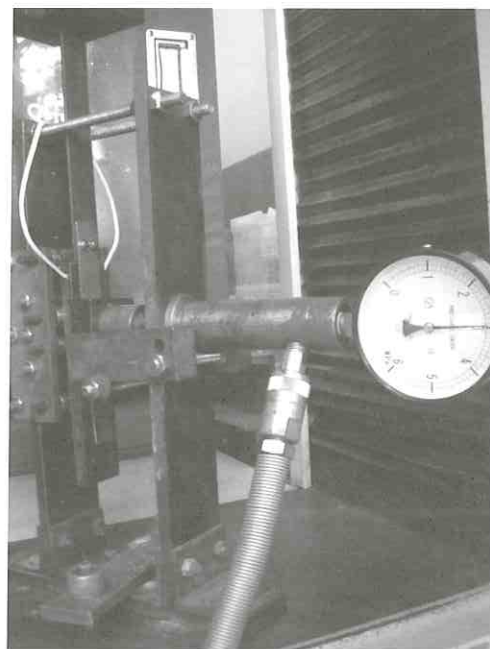


図6 摺動摩擦試験装置

の一般的にプレス加工で使用されている二種を用いた。また、潤滑剤塗布前に試験片表面、パンチ表面及びガイド板はアセトンにて脱脂を行った。摺動速度は 60mm/min, 600mm/min の二つの速度で行った。面圧はパンチ押し込み圧 3.0MPa と 6.0MPa で荷重 3.0kN と 6.0kN とした。スライドモーションを模擬した停止条件はスタートより 20mm ごとに 2 回停止し、40mm ごとに 2 回停止し面圧を一度無くした後、10 秒後に元の面圧に戻し、再度摺動させた。各同じ条件にて 3 回ずつ実験を行った。

試験装置は図 6 に示した装置を 250kN のインストロン型の万能試験機に装着し、摺動速度はクロスヘッド速度にて制御した。面圧は油圧ジャッキ先端にパンチを取り付けジャッキ圧にて制御した。パンチは材質 SKD11 にて製作し、熱処理にて表面硬さ HRC58 以上のものを使用した。試験片裏面はガイド板が試験片と共にローラー上を稼動する構造になっており、パンチ面側の摩擦係数のみを正確に計測できるものである。

摩擦係数: μ の算出は

$$\text{摩擦係数: } \mu = \text{引抜き力: } F / \text{パンチ荷重: } W$$

として算出した。ただし、ガイド板の荷重が 7.8N のため引抜き力よりすべて 7.8N 差し引いて算出した。

III 実験結果と考察

1. 材料強度の影響

材料強度と摩擦係数を図 6 に示す。この図は摺動速度

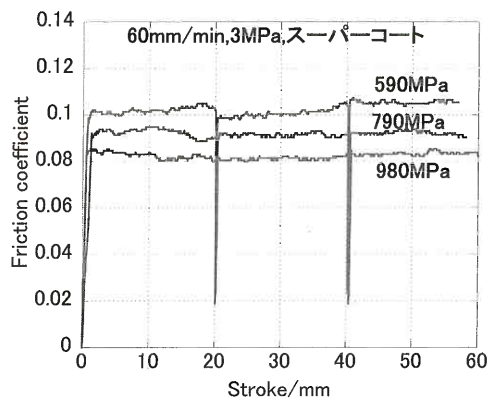


図6 材料強度と摩擦係数の関係

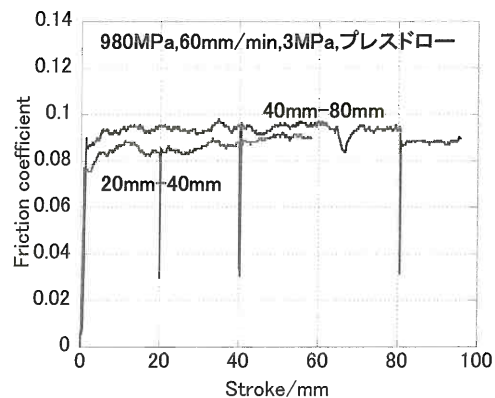


図10 停止距離と摩擦係数の関係

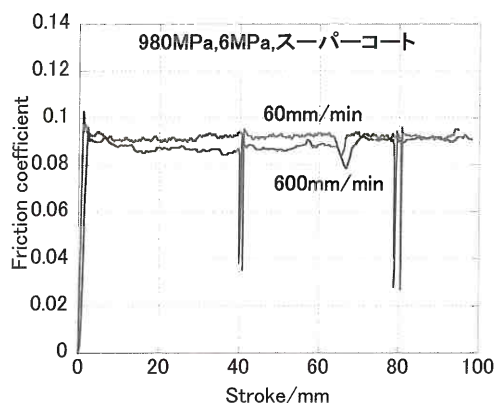


図7 摺動速度と摩擦係数の関係

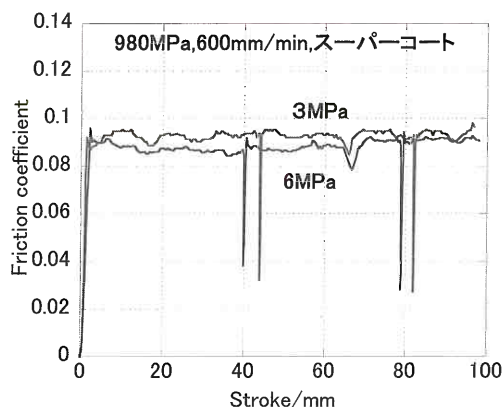


図8 面圧と摩擦係数の関係

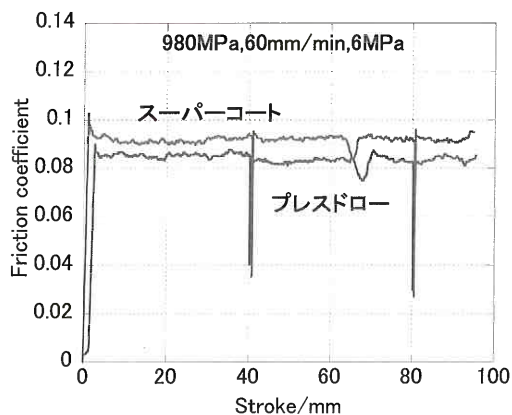


図9 潤滑剤と摩擦係数の関係

60mm/min, 面圧 3MPa, 停止位置 20mm にて潤滑剤がスーパーコートにおける各鋼種の摩擦係数である。その他の場合もほぼ同じ状態の結果が得られた。材料強度が高くなると他に条件が同一であれば摩擦係数は低下する傾向が示された。これは、材料強度が上昇すると母材の変形が小さくなる。このためパンチと材料の接触が平面状態を保ち摩擦係数が低下したと考えられる。

2. 摺動速度の影響

摺動速度と摩擦係数の関係を図7に示す。この図は材料強度が 980MPa の材料に面圧 6MPa を加え、停止位置 40mm にて潤滑剤がスーパーコートにおける摺動速度 60mm/min と 600mm/min を比較したものである。この図に見られるように、摺動速度が速くなる方が若干ではあるが摩擦係数が低下している傾向が示された。この現象は速度が速くなるとパンチと材料の単位面積当たりの接触時間が短くなったためと考えられる（速度が速くなるとスリップが大きくなる）。また、速度が速くなるとこのスリップに関連して、材料に塗布した潤滑剤がパンチ先端部よりくさび効果により摺動面への流入量が増し、境界潤滑より流体潤滑状態に移行し摩擦係数が低下したとも考えられる。

3. パンチ圧力の影響

面圧（パンチ圧力）と摩擦係数の関係を図8に示す。この図は材料強度が 980MPa のものに潤滑剤スーパーコートを塗布し、停止位置 40mm, 摺動速度 600mm/min にてパンチ圧力 3MPa（荷重 3kN）と 6MPa（荷重 6kN）して比較したものである。この図に見られるように、面圧の増加に伴い摩擦係数が低下する傾向が見られた。この現象は液圧効果（流体動圧効果）にて説明できる。液圧効果は摺動面が平行かつ平滑な場合、二面間の流体膜には理論上圧力が発生しないが、表面の微細な凹凸形状（表面テクスチャリング）を制御することで、流体膜に

正圧が発生し、摺動面を浮上させる力が発生する。正圧と負圧が同等になる凹凸形状でも、負圧部にキャビテーションが発生することで全体として正の圧力となり、浮上する力が発生する場合もある。摺動面が浮上することで、流体膜が確保され、摩擦や摩耗が低減される。よって、パンチ荷重が高いほどこの効果は大きく現われ、摩擦係数が低減したといえる。

4. 潤滑剤の影響

潤滑剤の油種と摩擦係数の関係を図 9 に示す。この図は材料強度が 980MPa の材料に面圧 6MPa を加え、停止位置 40mm、摺動速度 60mm/min にて潤滑剤を出光ダフニスーパコート TW（高性能汎用防錆油）と出光ダフニプレスドロー LF38（非塩素系高性能絞り加工油）を用いて比較したものである。この図に見られるようにプレスドロー（動粘度@40℃：37.92mm²/s、密度@15℃：0.8816g/cm³）がスーパーコート（動粘度@40℃：4.655mm²/s、密度@15℃：0.8399g/cm³）よりも摩擦係数は低く、また停止ごとに若干ではあるが低下している。これは粘度の高い潤滑材の方が流動性は悪く、材料表面から流れ出ず流体潤滑に近くなっているためと考えられる。しかし実際のプレス加工ではプレス後の洗浄性（脱脂性に優れ、水置換性を有する）の良いスーパーコートが一般的には使用されている。

5. 停止間隔（スライドモーション）の影響

停止間隔と摩擦係数の関係を図 10 に示す。この図は材料強度が 980MPa の材料に面圧 3MPa を加え、摺動速度 60mm/min にて潤滑剤にプレスドローを塗布し、スライドモーションのインターバルに似せ、停止間隔を 20mm と 40mm で行った試験を比較したものである。この図に見られるように、こまめに停止を行った方が摩擦係数は低くなることが示された。サーボプレスの場合図 5 に示したように、様々なスライドモーションを設定することができる。また、この操作は油圧のためソフトタッチも制御できる。

IV おわりに

本研究は近年、自動車の板材プレス成形に多く用いられるようになった、サーボプレスでのプレス成形性向上の理論的解明について摺動摩擦試験を行った。試験材料は強度の異なる DP 高張力鋼板を 3 種用いた。実験条件は摺動速度、面圧、潤滑剤及び停止位置を各々 2 通り変化させて片面摺動摩擦試験を行った。その実験結果より摩擦係数を検出し、各々の因子について比較・検討を行い、次の知見を得た。また、サーボプレスのプレスモー

ションは自由に設定でき、油圧であるがための加工時の柔らかさも組み込むことができる。その際に本研究で示された加工時の摩擦が様々な作用を与えて、プレス成形性向上に関与していることも示された。

- a 材料強度による影響は、強度が大きいほど摩擦係数が低下している傾向が示された。これは、材料強度上昇に伴いパンチ圧力の反発力も高くなり、パンチが試験片に沈み込みが少なくなり、摩擦係数が減少したと考えられる。
- b 摺動速度による影響は、速度が速くなるほど摩擦係数が低下している傾向が示された。これは、速度が速くなると試験片の単位面積当たりの接触時間が短くなったためと考えられる。また、速度が速いほど潤滑剤がくさび効果により摺動面に多く流入したとも考えられる。
- c 面圧による影響は、わずかではあるが面圧の増加と共に摩擦係数が減少していることが示された。これは、パンチの試験片押付け力が増加すると、パンチと試験片に閉じ込められた潤滑剤が液圧効果（流体動圧効果）により、反発力を高め摩擦係数が減少したと考えられる。
- d 潤滑剤による影響は、ダフニプレスドローの方がダフニスーパコートより摩擦係数が低く示された。これは、粘度の影響によるものと考えられる。粘度が高いものほど潤滑剤がパンチと試験片から流れ出ないためと考えられる。
- e 停止位置の影響は、停止位置が短いほど摩擦係数は若干低く示された。このことからこまめに多く停止させるほど摩擦係数の軽減には効果があると思われる。

参考文献

- (1) 経済産業省：2014 年エネルギー白書，資源エネルギー庁，(2015)
- (2) 経済産業省：エネルギー関係技術開発ロードマップ，資源エネルギー庁（2015）
- (3) 東雄一，藤田雅：次世代の自動車を支える材料技術への期待，アルミニウム，第 22 巻第 92 号，p.9-12，(2015)
- (4) 吉武明英，池田倫生：高張力鋼板を活用した自動車軽量化技術に関する展望，塑性と加工，第 52 巻第 606 号，p.12-17（2011）
- (5) 四宮徳章，白河信彦：深絞り加工におけるサーボプレスモーションの評価，塑性と加工，第 54 巻第 629 号，p.542-546（2013）

入学前教育としての日本語授業の実践報告（第2版）

— Skype を利用した遠隔日本語教育の試み —

徳島工業短期大学 近藤孝造

Keywords : 入学前教育, Skype, 日本語教育, SNS

I はじめに

近年, 18 歳人口減に伴う学生募集の戦略としてまたゆとり教育による学生の学力低下対策として多くの大学で入学前教育を導入している. 本学でも 10 年以上前から数学の課題を郵送し自学学習後, 3 月上旬の新入生説明会開催時に質問コーナーを設け, 大学教育に不安がある学生及び保護者に対応している.

本稿は, 留学生を対象に 2009 年から実施して来た Skype による入学前教育の一環としての日本語教育について, 2010 年に本学紀要第一報⁽¹⁾で取り上げた課題の検討及びその後の新しい取り組みなどについての実践報告をする.

II 先行研究

2010 年以降の先行研究においては, Skype を使った日本語教育は日本側では英語教育専攻学生で異文化交流としてアメリカ側が日本語専攻学生⁽²⁾, 日本側がドイツ語学習学生でドイツ側が日本語学習学生による相互学習(タンデム)⁽³⁾, 日本側が日本語教育専攻学生による授業の一環として中国側が日本語専攻学生⁽⁴⁾, 日本側が中国語専攻学生で学習支援者として台湾側が日本語専攻学生⁽⁵⁾などの大学で実践報告が行われている. 日本側の Skype 発信者は, 大学で英語教育または日本語教育を受けている学部または大学院生, 相手側は日本語学習者または日本語教育専攻学部生でそれぞれ大学教員が計画・実行・総括を行っている. 実践の総括として共通しているのは, 日本語教育における遠隔授業の有効性が実証されたことである. その一方で, 日本側教員から相手側学生への実践記録は報告されていないので, 著者が 2009 年以来実践している入学前教育の一環としての教員と学生との長期に渡る Skype 授業を報告することとする.

III Skype 授業の目標

次に, 2010 年の紀要で掲載した効果的な留学生募集のための Skype を使った遠隔日本語教育及び入学前教育(以下, 「Skype 授業」と呼ぶ.) について, その目標を図 1 に再掲する.

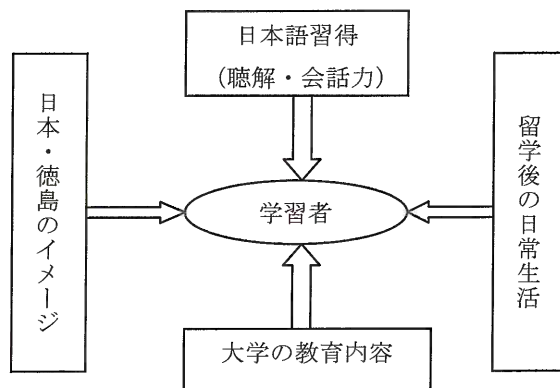


図 1 Skype 授業の目標

前稿で課題として取り上げた「本学の中国人及び日本人学生と交流したり絵・写真などの補助教材を活用したり」することで学習者に Skype 授業への継続した興味・意欲を持たせることをめざした. 平成 26 年学習者については, 本学のベトナム人在学生が SNS のひとつである Facebook で本学のことを紹介してくれたことがきっかけで応募した者がほとんどであることから, 最初の紹介者である在學生に協力を依頼した.

一方, 中国人学習者については, 平成 26 年度に初めて中国内高校で日本語を学んでいる 2 名の生徒に本学が教師に補習費を支払い土曜日・日曜日に特別教育を開講して N2 合格及び生徒と本学日本語教員との Skype 面談も計画のことを整理すると図 2 のとおりである.

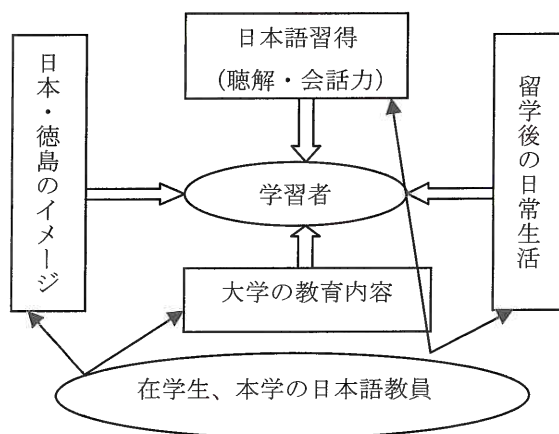


図 2 Skype 授業の目標 (改善)

IV 実践報告（入学不可）

本稿は、2014年4月～2015年3月に実施した記録である。まず、Skype授業を途中で中止した事例を取り上げ来年度への教訓とする。

1. 学生の意欲不足

(1) 卒業生の紹介による日本国内の日本語学校在籍者

2013年の初夏に卒業生を通じて連絡を受けた。来日して1年足らずで非漢字圏出身者。自分の言いたいことは言えるが聴解力が弱く数回して断った。彼は、大学別科に進み再度初夏に本学入学希望を伝え Skype 授業を再開した。2回実施した時点で、彼からは N2 の勉強をしていると言ったものの学校で使っている教科書名がわからず、さらに「担任」、日本語能力試験を「申し込む」という初級レベルの単語もわからなかったので再度断った。その後、彼は日本語学校で1年半勉強したにもかかわらず入門者クラスで使う教科書で基礎から勉強しているクラスにいたことがわかった。

(2) 卒業生の甥

卒業生から2014年の初夏に紹介があり日本語学校を訪問した。高校卒業して数年経っている経歴から数学の基礎学力が心配だったので過去の5年間の入試問題を渡して日本語の先生から解答をもらうよう指導した。その後、Skype 授業をしながら解答結果を送るように伝えたがその意味が理解できない、Skype 授業も本人の都合や寝坊で出来なかったもので、業を煮やして最寄りの駅で個人指導しようと出かけた時も待ち合わせ場所を間違えるなど基本的な生活態度ができていないので断った。

教訓：

2件の事例について、卒業生の紹介ということで学生本人には相当の時間を取って Skype 授業をしようとしたが結局、本人の日本語能力及び意志の弱さが指摘される。

2. 学生の日本語能力不足

2014年11月にインターネットで本学のことを知った東方地方の日本語学校に在籍している非漢字圏出身の学生から連絡あり Skype 授業を開始した。彼は、日本語学校で1年半勉強し現在の専門学校の国際ビジネス（実態は日本語科）科の1年生である。Skype 授業で使う自動車の基礎を勉強する教科書⁶⁾の単語を覚えられず、先に進めなかったことから2月初めの入学試験までに合格できる日本語レベルには達しないと判断し、今年の入学試験は辞退させた。彼は、来年度本学受験を考えている。

教訓：

本学への連絡が11月中旬だったこともあり学生の日

本語力を引き上げるだけの時間がなかった。彼は、本学入学を引き続き希望しているので担任と連絡し早い時期から Skype 授業を再開し本学入学に結び付けたい。

3. 日本語学校との連携不足

ここ3年間本学に学生を紹介していただいている東京でも1、2の規模を争う大手日本語学校から9月に担任を通じて3名の非漢字圏出身者の本学希望があり Skype 授業を開始した。これまでは、先に説明会を開催し本学に関心を持った者が最終的に本学受験を決めて Skype 授業を行い全員入学して来た。今回、先に本学希望者が出たので出張費用もかからず費用の軽減になると思い Skype の画面を通してのみ面談した。内1名はその後履歴書も出さずに連絡がなかった。2名については授業を続けたが2カ月以内に辞退を申し出た。都内の専門学校への進学に変更と病気による帰国とのことであった。

教訓：

来年は、きちんと手順を踏み説明会を開催することにする。図2で示した在学生からの助言を有効に活用する。

V 実践報告（入学可）

次に、今年は10名の留学生が Skype 授業を修了して入学した。昨年8名に対して増加した理由として2つ取り上げる。

1. 非漢字圏在学生の Facebook を通じた PR

日本国内の同国人からの問い合わせが入学者の約3倍あった。彼は、2年の始めには就職も内定しアルバイトも順調で生活も安定している。日本語学校の生徒にとって一番の進路決定要因は、アルバイトができる環境下での生活の安定である。進学後の専門分野は二の次にならざるを得ない。今年は、彼の Facebook を通じて知り合った仙台、東京2校、静岡などこれまで本学には一度も問い合わせがなかった日本語学校から学生を受け入れることができた。著者も紹介してくれた在学生に彼の生活状況や自動車の専門教育の内容などを問い合わせがあった日本語学校生に詳しく知らせてほしいと、定期的に依頼した。

ところで、Skype 授業で指定教科書を70%読めるようになると著者が該当生徒の日本語学校に出向き予備面接を行い、合格者には本学が旅費を出して見学してもらった上で本学受験を決めてもらっている。今回は、非漢字圏出身者の同国人の在校生及び卒業生に声をかけ、ほとんどの者が後輩への激励のために集結してくれた。

写真1は、東京から2名の見学者（右から2、3番目）が来学した時に、愛媛県在住及び県内の卒業生、在校生

とで交流の場を持った。今年は、この他に仙台、静岡、神戸から合計5名の見学者に対して同様の交流の場を持った。そして、見学者に対して、先輩がアルバイト・住居を紹介できること、全員就職できること、徳島が暮らしやすいこと、自動車の勉強は簡単ではないのでしっかり勉強しないといけないことなどを話し、理解を得た。



写真1 卒業生・在校生・見学者の交流会

以上のような取り組みを行った結果、見学者は全員本学を受験し入学した。

教訓：

在校生に Facebook などの SNS を通した本学を知り、入学した者が多数を占めたことから SNS の積極的な活用と同国出身者の在學生・卒業生との交流は重要な入学要素である。

2. 中国提携校への特別補修と本学日本語教員の支援

2013年9月に山東省青島の提携高校で説明会を開催時に2名から本学受験希望があり N4 レベル以上になった2014年3月から Skype 授業を開始した。高校では毎週10時間程度日本語を教えているが、日本人教員は不在なこともあり会話・聴解力が極めて低かった。

そこで、夏休み中は月～金、新学期が始まると土曜日及び日曜日に午前午後2時間ずつ象の補習教育の提案した。(補習費は本学負担) 毎週授業報告書を授業者が提出し、校長のコメントを求めた。本学の日本語教員も多忙のところ毎週丁寧な助言を現地校に送った。本学の日本語教員は、2名の生徒との Skype 面談も2回することができ、同時に中国人教師及び校長とも話をする機会を得て、直下に生徒の状況を知ることが出来た。日中の教員団の協力と指導のもと、2名とも N2 に合格でき本学に入学した。

教訓：

提携校との連携が重要である。当初2名は、秋入学ができ別科を持つ本学の競合短大に進学する希望があった。提携校の校長に本学入学を生徒に促すしかけとして補習教育の提供が功を奏した。

VI 課題及び展望

本章では、これまで実践して来た Skype 授業の教訓から課題及び新たな展望を探ることとする。以下、実践報告で述べた順に列挙する。

1. SNS を定期的に発信するしかけづくり

留学生募集の視点から想定外の Facebook 効果を得た。発信してくれた学生は卒業したので、Facebook で本学を知って入学した学生に輪番制で彼らが好む SNS、例えば LINE, Facebook, Wechat, Viber などを通じて大学の勉強、生活また徳島の紹介などをしてもらおうと計画している。そして、SNS を通じて本学に興味を持つ日本語学校の生徒が現れたら、すぐに日本語学校と連絡を取り、生徒の日本語力、経費支弁能力を確認次第、Skype 授業を開始することとする。

昨年は、本学に興味を持つ生徒がいることを在校生が私に知らせた時期が遅く、Skype 授業開始が遅れたことで日本語能力不足のために受験を断念させた事例もあったので早期に本学希望者を把握できるように在校生の情報発信を注視することとする。

2. 日本語学校内での説明会

今年入学した学生の出身校5校及び在校生がいる1校の日本語学校に協力をお願いして生徒が進路を考える時期に昼休みまたは放課後に説明会を開催できるよう働きかける。先輩が写っている実習風景、徳島での生活の写真を持参し、説明会後に本学に興味を示した者に対して第1回目の Skype 授業でその日本語学校出身の先輩に登場してもらいより本学へ親しみとこれからの Skype 授業への意欲を持てるよう配慮する。

3. Skype 授業の構成

Skype 授業の構成についても検討する。Skype 授業で使用する教科書は、本学に入学するとすぐに授業で使用する指定教科書^⑨を使い、漢字の読み方を暗記させている。ベトナム人学生を対象にするようになった3年前からは従来の半分のスピードの毎週5ページの読みを行っている。翌週に、読めなかった漢字の再点検をしても50%以上の単語を覚えきれていない。今年は、在校生を補助員として活用して丸暗記ではなくて母語できちんと理解して上で覚えられる環境を作ることにする。

また、自動車用語の他に N3 レベルの会話も実施しているが、今春入学した日本語学校出身者が 5 校にもなるので使っている教科書も入門・基本は共通教科書⁽⁷⁾であったが、中級レベルの教科書^{(8)~(11)}になると各校異なるために、生徒自身が使っている教科書を復習しながら展開していくことが出来なかった。今年は、本学希望者の状況を見て、初級教科書の使用も視野に入れて基本文型の確実な理解と実践に力を入れることとする。

一方、中国提携校の生徒の日本語能力について、文法力は N2 レベルあったが会話力が相当弱かったので、中国人教師の授業を翌週には補完していく形態を取った。2 人の生徒は、中国人教師の授業内容もよく覚えており著者も会話力の育成に集中できた。教科書⁽¹²⁾は、中国で最もよく使われている教材なので著者も事前に入手できていたこともあり授業が円滑に行われた。およそ 10 カ月に渡る授業の中で、中国の高校の事情で休業期間が散発的にあったり春節の休みなどで、各 3 週間授業ができない時があり、直後には日本語力は Skype 授業前に戻ってしまったと落胆した時もあった。1 週間に 1 時間という枠組みをきちんと整えることが重要であると再認識している。

4. 中国提携校とのさらなる連携

先に紹介した先行研究でも外国側大学の教員との連携の重要さが述べられていた。今回初めて補習教育を導入し 2 人とも N2 合格という大きな成果になったことは提携校との信頼をさらに固くできたと信じている。今年も初夏までに本学希望者を募集し受講生全員 N2 合格と本学入学まで結び付けたいと思っている。そのためには、中国人教師への日本語教材及び日本文化・日本社会などを知る関連グッズなどの提供を考えたい。

参考文献

- (1) 近藤孝造:徳島工業短期大学紀要, 第 14 刊, p. 25-28 (2010)
- (2) 黒川直子他: SNS を使った異文化交流—英語教育・教員養成と日本語教育の視点から—, 大阪教育大学 2013PC Conference, p.31-34(2013)
- (3) 林良子他:スカイプを利用した日本語・ドイツ語遠隔タンデム授業の実践, 神戸大学大学院国際文化研究科紀要 41, p.44-54(2013)
- (4) 小林幸江他: Skype を使った日本語教育の授業の試み—中国福州大学との協働実践—, 留学生日本語教育センター論集 40, p.137-152(2014)
- (5) 工藤節子:日本語学習者が母語である中国語の学習支援をする教育実習—支援者としての学びと課題—, 2013WEB 版『日本語教育実践研究フォーラム報告』p.1-10(2013)
- (6) 基礎自動車工学, 国土交通省自動車局監修, 一般社団法人日本自動車整備振興会連合会, 2014
- (7) みんなの日本語初級 I, II, スリーエーネットワーク, (2008)
- (8) みんなの日本語中級 I, II, スリーエーネットワーク, (2008)
- (9) テーマ別中級から学ぶ日本語, 荒井礼子他, 研究社, (2008)
- (10) 中級へ行こう, 平井悦子他, スリーエーネットワーク, (2014)
- (11) ニューアプローチ基礎編, 語文研究社, (2014)
- (12) 新版中日交流標準日本語中級上・下, 人民教育出版社

四国EVラリー2014

徳島工業短期大学
自動車工業学科

多田好宏・吉田愛二
赤澤雄輔・山脇世良
山口将司

Keywords：電気自動車，教材

I はじめに

世界的には、環境問題について議論されてきたが、ここ数年前から各国及び国内でも電気自動車（EV）や燃料電池車（FCV）の製作が盛んになっている。本学では、HEVやEVの普及を想定し、1997年からホンダ・プレリウド、トヨタ・セリカをベース車両とし高電圧回路が分かりやすく、安全に取り扱いが出来る整備教育用教材としてコンバートEVを製作してきた。1998年から四国EVラリーに学生と参加していた、今回は愛媛県上島町での開催に参加したので報告する。

II 四国EVラリーに参加

1. 参加車両及び充電施設の設置

2014年8月30、31日に上島町の弓削島で開催されたEVラリーに参加した。前日の昼過ぎに開催地会場に到着し、テントの設営や自チームの充電施設等の準備に取り掛かった。その後設定された各レグの視察などを行い各自のレグを担当するのかを相談し大会に臨む準備をした。図1、表1に示す。



図1 充電施設設営

表1 今回レグおよびポイント

NO	レグ名	距離	消費燃料	参考情報	ポイント
1	下弓削港(しもゆげこう)折り返し	3.2Km	0.44		5
2	上弓削港(かみゆげこう)折り返し	8.2Km	1.92		13
3	鯨漁港(くじらぎさう)折り返し	11.4Km	2.60		17
4	鯨漁港-大谷桜園(おおたにさくらえん)コース	15.0Km	4.29		25
5	三山(みやま)スーパー林道コース	14.6Km	4.20	三山頂迄(6.5Km)の消費(4.05)	26
6	久司山(くしやま)コース	4.6Km	2.45	久司山頂迄(2.5Km)の消費(1.79)	12
7	佐島港(さしまう)宮ノ浦(みやのうら)コース	5.8Km	1.75		11
8	いきな備記念公園折り返し	6.7Km	1.46		11
9	イキナサーキット-蛙石荘(がーいしむら)コース	10.5Km	2.86		17
10	立石港(たていこう)折り返し	11.4Km	2.65		17
11	サウンド波間田(はかんだ)折り返し	14.4Km	3.35		21

消費燃料 (ℓ)

2. EVラリー 大会本番に臨む

初日受付・車検・注意事項などを行い持ち時間は6時間で、EVラリーロングディスタンス①のスタート、レグ11のサウンド波間田折り返しの21ポイントに挑戦。その後久司山→立石港→上弓削港を回り充電13:00～14:00に開催されたヒルクライムに参加後充電、イキナサーキット蛙石荘→下弓削港→鯨漁港→いきな橋記念公園→佐島港・宮ノ浦を回り充電、13:00～14:00に開催されたヒルクライムのポイントを加算し初日の合計ポイントは177ポイントで次の日ために充電終了。図2、図3、図4に示す。



図2 EVラリースタート

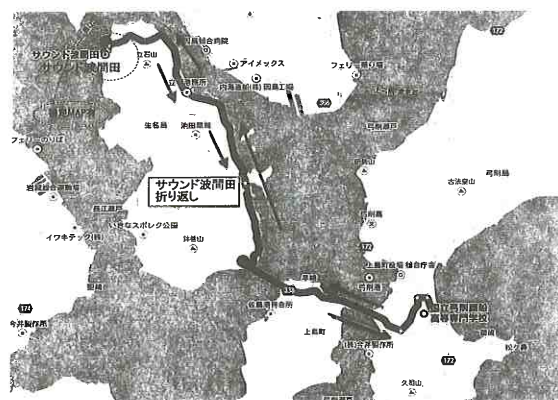


図3 レグ11 サウンド波間田コース

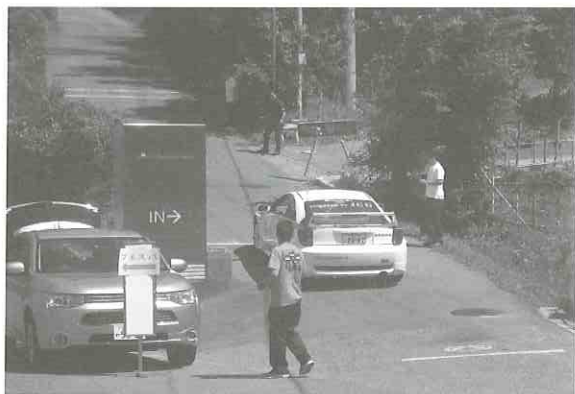


図4 ヒルクライム

2日目の持ち時間は4時間で初めに会場からイキナサーキット場へ移動しジムカーナを行い充電，その後ロングディスタンス②のスタート，レグ9のイキナサーキット蛙石荘→サウンド波間田折り返し→上弓削港→いきな橋記念公園→鯨漁港→佐島港・宮ノ浦→久司山回りご当地ポイントも回り170ポイントで終了，この2日間トラブルもなく347ポイントも獲得することができました．図5，図6，図7に示す．



図5 イキナサーキットジムカーナ

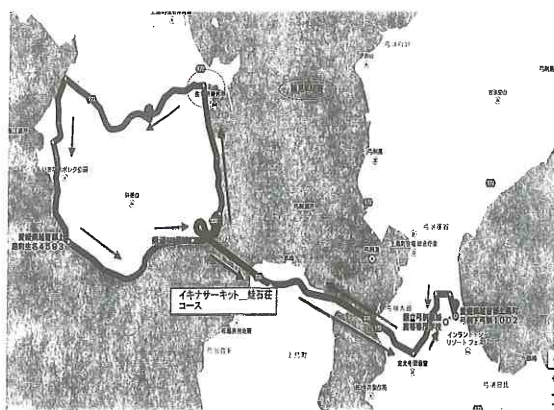


図6 レグ9 イキナサーキット蛙石荘コース



図7 レグ3 鯨漁港コース

今年度のEVラリーも大きなトラブルもなく無事終了することができ学生も参加者と交流ができた．図8に示す．



図8 参加者集合

Ⅲ おわりに

今までは長距離を走行し競技する大会が殆どでしたが，今回は島の中のコースでもあり短距離を走行し電気自動車の運転操作性・性能および充電の仕方について競技する大会でした．その中で参加した学生たちは電気自動車に興味を湧き仲間と力を合わせて物事に接する事の楽しさや，結果を得ることの充実感を学生生活最後の夏休みに学ぶ事が出来ました．

謝辞

今回セリカEVでラリーに参加するに当たり教職員のご協力に感謝いたします．

ATリビルトの変遷

徳島工業短期大学 伊丹隆徳

Keywords: 自動変速機, AT リビルター, リビルト業界

I はじめに

最近の自動車技術は目覚ましく発達してきた。しかし燃料電池車や電気自動車が世に出てきたといっても電気自動車には限度があり、燃料電池車の普及にはまだ時間がかかる。何といても、今の時点で、自動車は従来のエンジンとミッションが主要な装置である。

従って、この点で自動変速機は重要であり、この変速機について各資料を基に、著者の熱い思いを述べてみたい。

II 変速機の歴史

フランスのキヨニが蒸気自動車を発明したのは 1769 年頃のことであるが、当時の車両は人を運ぶのではなくフランス軍の大砲を移動する目的で作られ、したがって速度が遅く、人間が歩いたほうが早かった。そのために荷台の上にボイラーのほかには変速機らしきものは付いていなかった。

しかしオットーがガソリンエンジンを発明するや否や、変速機は無くてはならないものとなった。

最初（1911 年ごろ）のうちはシンプルでフライホールに大きなディスクを付けてエンジンからの回転をリアディスクシャフトを回転させ、シャフトを移動させて変速させた。いわば現在のトロダル CVT の元祖の様な物が使われていたが、ディスクが弱く、早く摩耗してあまり使いものにならなかった。

また 1896 年ごろ発売された T 型フォードには当時すでに 3 ペダル式変速機でプラネタリ・ギアを使用した物を変速機として搭載させていた。

この車は実用的であるが今のような制御装置のある自動変速機ではなく、大変テクニックの必要な熟練した運転技能が必要であった。

その後ギア式の変速機が広く使用されトルクコンバーター付の自動変速機が出現し、現在では CVT, DCT, などの新型が現れた(図 1)。

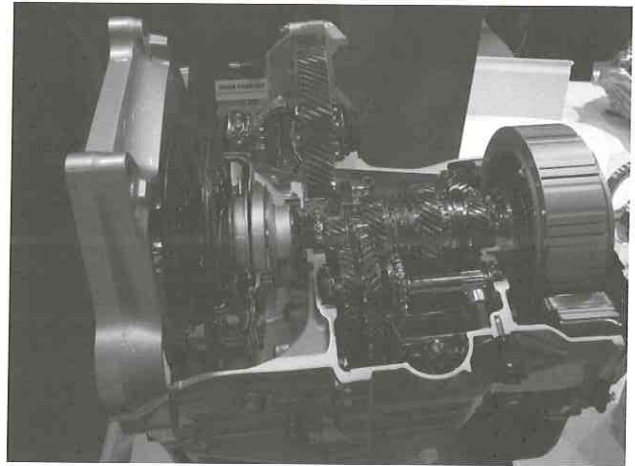


図 1 DCT の実物カット

III ATリビルト業界発達

先進国のアメリカでは自動変速機の分解組立整備は古くから行われていた。しかし日本では構造が複雑で多種類の部品点数のため、入手困難が伴い、緻密な作業などで極めて熟練したディーラーのサービスマン等がこの作業を行っていた。

1970 年代になると日本でもノークラッチ車が流行し始めると、よく実態は知られていないが、自動変速機分解組立専門の業者が現れた。急激な流行と同業者の数が少なかったため、この業界は急激に発展した(図 2)。

各業者はそれぞれに独自の営業方法や技術のやり方を工夫考案して営業利益を上げた。これは 1 種企業秘密である。

しかし、これも何時までも続かなかった。やがて変速機メーカーは自社製品を管理する様になり、部品価格を値上げ、リビルト料金を下げた。しかも自社製品の欠陥を徹底的に調査し、この対策を外部に公開することなく密かに対策を立てた。

つまり自社製品は自社が修理する、したがって自社グループ以外の業者には取り扱って貰いたくない、という根本的な方針を各メーカーが打ち出した。しかも現在では、CVT

が非常な勢いで普及してきた。この風潮は日本ではヨーロッパやアメリカよりも激しい。元々CVTのベルトはヨーロッパのメーカーの特許であるために日本国内での一般業者では入手し難い。

従ってメーカーグループ以外の中小の、リビルト業者には仕事範囲が狭くなり、仕事の量が減少し、一部の業者の自動変速機部門は廃業の危機に瀕している。それにも拘らず都会では業者間の競争は激化し、職人肌を持つATリビルターは、養成をするのに時間がかかるため、引き抜き合戦される傾向にある(図3)。

表1は西日本地区の6業者の代表者に聞き取り電話アンケートをとったものである。

表1 各社に依頼した電話アンケート結果

会社	回答1	回答2	回答3	回答4	回答5
A社				○	
B社					○
C社					○
D社				○	
E社		○			
F社			○		

質問 あなたの会社は昔とくらべて仕事は増えましたか
 回答1 沢山増えた 回答2 少し増加した 回答3 以前と変わらない 回答4 少し減少した 回答5 ほとんど仕事なくなった

B社C社は一般整備のほうを主力においてリビルトは廃業状態、A社は何とかAT専業で生き抜こうとしている。D社は自動車部品部門で行こうとしている。E社は強気で継続する。

IV 自動変速機教育について

自動変速機先進国であったアメリカ辺りでは、早くから自動変速機教育が進んでいた。1975年頃アメリカの自動車専門学校を見学した時、当時日本では珍しかった米国製の変速機の部品を使用して整備教育をしていた。

アメリカ人は日本人と比べて Do-it-yourself という思想が強く、またアメリカ車は大きく単純で整備がし易く、部品やマニュアル書等は非常に入手し易いために、意外に

多くの人がいとも手軽に自動変速機の修理をやっていたのが印象に残っている。



図2 リビルト工場のコア

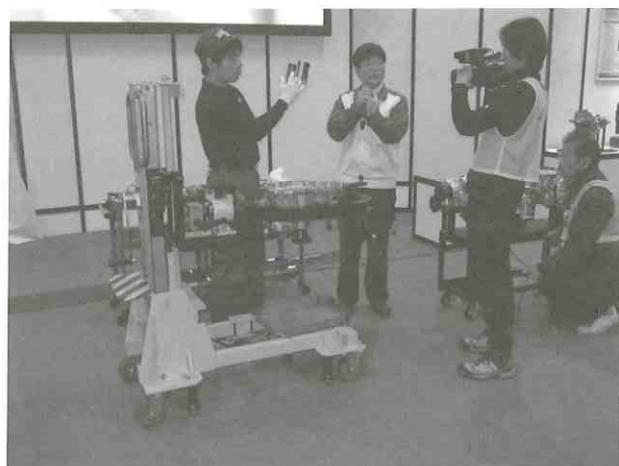


図3 ATリビルターの公開実演

2013年に中国青島の職業専門学校を訪問した時、驚いたことに、電子制御式変速機の細かい制御および作動の出来る、パネル式の自動変速機のシミュレーション装置があった(図4)。このような高価な装置は日本では見たことがない。

このような立派な装置をよく作ったものだと思う。やはりこの国も自動変速機教育には力を入れている現れである。

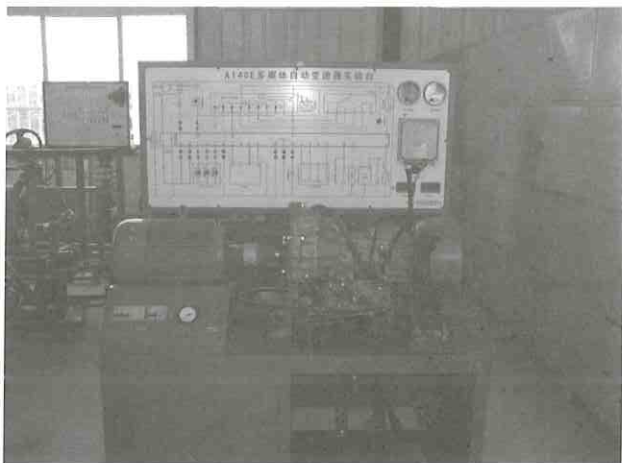


図4 青島中専の自動変速機シミュレーションテスター

V 結論

合理主義の日本では自動変速機に関しては、一つの大型部品とし、これが故障すれば、アッセンブリ交換すべきであって、修理はするべきではないという思想が強く、複雑な機構は初心者にとって整備教育に興味を持たせ難く、マニアックである。

しかしそれは物づくり日本のイメージとはかけ離れている。これは作業能率を優先する、企業思想から来ているように思われ、あまりこれを優先するようになると、日本の伝統的物作り思想が低下するのでは無かろうかと危惧する次第である。

しかしいくら自動車が進化したとはいえ、整備教育においては資格試験もあり、変速機教育はまだまだ必要である。

またATリビルト業者は過去の一匹狼的な思想をすてて、今こそ業界が一致団結し、部品の納入先探索や情報交換を組織的にやるべき時期に来ているように思われる。

おわりに、西日本地区のATリビルト業者皆様の、大変なご協力により一個人の著者に多くの非公開の現状を取材させて頂きましたことに厚く感謝いたします。

Macro- and Micro-scale Observation on Dynamic Behavior of Diesel Spray Affected by Ambient Density and Temperature

Seiji Miyashiro, Mohd Al-Hafiz Mohd Nawi, Yoshiyuki Kidoguchi, Naoya Uwa, Yuzuru Nada
SAE/JSAE 2014 Small Engine Technology Conference & Exhibition
Paper #: 2014-32-0125 (2014-11-11)

Abstract

High boosting technology is commonly applied to diesel engines in recent years. On the other hand, the study of spray behavior at ignition delay period is still an important role in diesel combustion. This study is focused on effect of ambient condition on diesel spray during ignition delay period. The study investigates both macro-scale and micro-scale dynamic behaviors of diesel spray affected by ambient density and temperature at early stage of injection. The experiment uses dual nano-spark shadowgraph method and rapid compression machine with constant volume chamber to understand dynamic behavior of evaporation diesel spray. This technique enables to capture images of both macro- and micro-scale structure of diesel spray using a still camera. Further, this system has two sparks that send high intensity light toward spray. When the sparks produce the luminescence at short time interval, images of the same diesel spray at different timing can be captured on separated films. The images show droplets formation, atomization and evaporation at spray boundary. The separated images offer information on dynamic behavior of spray. The experiment uses single-hole injector with hole-diameter of 0.18mm. The chamber is filled with inactive gases to take spray image without burning because this study is focus on spray behavior during ignition delay period. The ambient condition is controlled by initial setting of rapid compression machine. Ambient density, ambient temperature and injection pressure are changed as experimental parameters. Density is changed from 11.5kg/m³ to 25kg/m³ and temperature from 289K to 700K. Injection pressure is set at 100MPa and 139MPa. The captured micro-scale images reveal shape variation of branch-like structures formed at spray boundary. Evaporation of droplets is also captured also captured clearly in macro- and micro scale photographs under condition of high temperature ambient. Detail observation and analysis of the images show that high ambient density affects spray atomization at upper stream of diesel spray at early stage of injection. High temperature and high density air entrainment into spray promotes droplets evaporation, in particular, at upper stream of spray. At high density ambient, spray evaporation and mixture formation is first promoted at middle stream of spray region that is about 20mm from injector outlet.

ブレーキ反応速度測定装置の製作と応用

櫛田直人

自動車整備技術に関する研究報告誌：第43号（平成26年度）41－43

要旨

自動車の三要素は、走る、曲がる、止まるである。それをコントロールするのは人間である。新型車等ではブレーキを自動制御する装置も実用化されてきているが、基本操作は人間がおこなっている。

今回の試作報告は、その止まる動作にかかる時間を測定することにより、運転者の反応速度を知り、安全運転に役立たせようと試作した。前回試作した測定装置をさらに発展させたものを製作したので報告した。

Effect of Temperature on Cyclic Behavior of AZ31 Mg Alloy Sheet

Tetsuo Naka, Takashi Katahira, Syohei Hosokawa, Masahide Kohzu, Hiroaki Adachi, Fusahito Yoshida
Advanced Materials Research: Vol. 939(2014-5-7) pp 47-52

Abstract

Magnesium alloy sheets have a potential to be widely used in many fields of industry due to their excellent lightweight property. Although magnesium alloys have low ductility at the room temperature due to their hexagonal close-packed structure, their formability can be improved at elevated temperatures. Therefore, warm press-forming of magnesium alloy sheets is an attractive technology. The objective of the present work is to investigate the cyclic plasticity behavior of an AZ31 sheet at elevated temperatures by performing cyclic tension-compression experiments. The cyclic deformation mechanism is examined by measuring the crystallographic orientation distributions by means of X-ray diffraction method at each stage of the cyclic deformation.

AZ31板の温間引込み曲げによるスプリングバックの抑制

中 哲夫, 片平卓志, 濱崎 洋, 日野隆太郎, 吉田総仁

塑性加工春期講演論文集：(平成26年6月6日) 227-228

要旨

マグネシウム合金は多くの優れた特性を有している。板材のプレス加工において、スプリングバックは製品の形状精度に大きく影響する。スプリングバックの大きさはおおむね σ/E (σ : 塑性変形抵抗, E : ヤング率) に比例するが、マグネシウム合金はヤング率が18GPaと極めて小さいため、スプリングバック量は必然的に大きくなり、その対策は重要である。塑性変形抵抗は温度とともに大きく低下するので、スプリングバック対策として温間成形は有望である。

本研究では、プレス加工で多く見られる変形モードとして引込み曲げを取り上げる。マグネシウムにおける高温での引込み曲げの実験を行い、温度と引込み速度がスプリングバックに及ぼす影響を調査したので報告した。

複素数階微分法を用いた板材成形有限要素解析

中 哲夫, 上森 武, 瀧口三千弘, 吉田総仁

塑性加工春期講演論文集：(平成26年6月6日) 319-320

要旨

高強度鋼板の高精度プレス成形解析は現状においてその数値解析を行うためには、独自の有限要素解析コードや汎用FEMに必要な接線係数マトリクスの数学的な導出は非常に複雑で、これがプログラム開発の速度を遅らせる一因となっている。

本報告では、従来よりも簡単にコード開発を行える汎用的な解析手法の開発を目的に、複素数階微分法を汎用FEM, Marc2013.0.0 ユーザーサブルーチンに導入した。特に板材成形加工時に重要度が増す背応力テンソルを本手法に導入する方法について検討した。さらに、本手法を用いた高張力鋼板成形解析の妥当性・有用性について検討したのでそれについて報告した。

主せん断ひずみエネルギーに注目した成形限界予測式

中 哲夫, 堀田博也, 吉村英徳, 上森 武, 三原 豊

塑性加工連合講演論文集：(平成26年11月12日) 347-348

要旨

自動車やモバイル製品などの一層の軽量化が求められており、製品の軽量化を行うために、高強度の難加工性材料の使用が盛んになってきている。

本研究では、加工法によらず、複雑なひずみ経路にもそのまま適用可能な延性破壊条件式の確立を目的としている。そのために、塑性変形はせん断応力による原子の滑り現象によって生じること注目し、主せん断ひずみエネルギー値を用いた破壊条件式を提案し、まずは成形限界の予測精度を評価・検討する。評価対象の加工方法は様々なものに適用したいが、今回はA1050-Oにおける板材のプレス成形をターゲットとして張出試験を行い、非比例経路を含む成形限界の予測可能性について評価したので報告した。

Finite Element Analysis of High Tensile Strength Steel Sheet by using Complex Step Derivative Approximations

Tetsuo Naka, Takeshi Uemori, Hiroshi Miyake, Michihiro Takiguchi, Fusahito Yoshida

Key Engineering Materials: Vol. 626(2014-9-1) pp 187-192

Abstract

The framework for the complex step derivative approximations (hereafter CDSA) to calculate the consistent tangent moduli is studied. The present methods is one of the most effective methods to implement any material constitutive equations to the commercial finite element codes and dose not suffer from calculation conditions and errors. In order to confirm the efficiency of CDSA, we developed the user subroutine code based on the CDSA using associative J2 flow rules with general nonlinear isotropic hardening rules that is commonly and widely utilized in commercial finite element codes. In this study, the user material subroutine 'Hypela2' of MSC.Marc(ver.2013.0.0) was utilized. The finite element calculation result by the proposal method shows a good agreement with the corresponding result by the MRC.Marv default setting. Also we apply the Yoshida-Uemori back stress model to the complex step derivative approximations and evaluate this new technique to predict the deformation behavior of high tensile strength steel sheet.

Observations of Cyclic Deformation Behaviors of Aluminum Sheet and Constitutive Modeling

Tetsuo Naka, Takeshi Uemori, Satoshi Sumikawa, Fusahito Yoshida

Procedia Engineering: Vol. 81(2014-10-19) pp 933-938

Abstract

Aluminum sheet metals have been widely utilized for a light weight construction of automobile. However, these metals still remain one of the difficult materials to predict the accurate final shapes after press forming processes, because of several mechanical features such as plastic anisotropy of yield stress and small Lankford value. In order to solve the problems, the present author has developed a new constitutive model. The model can describe accurate non-proportional hardening behaviors of aluminum sheet metals. In the present research, some experimental procedures were carried out to reveal the mechanical properties of an aluminum sheet under proportional and non-proportional deformations. The comparisons between experimental data and the corresponding calculated results by the proposed constitutive model confirm the advantages of our model.

重量データを用いた物体の重心高推定の一手法

助道永次, 堀尾誠, 田村隆, 森本滋郎, 清水治浄, 田淵敏明

2014 年度計測自動制御学会四国支部学術講演会 講演論文集 : (平成 26 年 11 月 28 日) 1 - 2

要旨

物体の重心高を知ることが、安定性、安全性の確保の面からも有用な場面が多い。物体の重心位置を知るには、対象物を吊り下げて重心を求める方法や、傾斜角と偏荷重計測により重心を求める方法が標準的であるが、本報告は、重量計測データを用いて重心高を推定する一つの手法を述べるものである。過積載による重心高の増加、積荷の偏荷重による重心位置の移動、これらを通じての転倒モーメントの増加が考えられる。従って、物体の重心高を知ることが、安全、安心に繋がる意味で意義あることである。

本報告では、物体の重量計測データを用いた重心高推定の一つの手法が述べられる。

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>

