

日常点検自動化に向けての考察

栗木江一

1. はじめに

エコカー専攻科のインターンシップを実施しているクリエイト・プロ社（愛知県小牧市河内屋新田792-1）は、名古屋工業大学大学院との共同プロジェクト「無人ステーション車両検査システム」を手掛けている。日常点検と車両外観（傷の有無）検査を自動化し、EVカーシェアリングでの運用を目指すものである。そのクリエイト・プロ社からの依頼を受け日常点検の自動化について、筆者は専攻科生と共に、インターンシップという形で研究を行っている。

本稿では、道路運送車両法第47条に定める技術上の基準のうち、自動車点検基準第1条（日常点検基準）に定められている別表第2（自家用乗用車等の日常点検基準）に準じた点検の自動化について、各点検項目の実現可否と実現方法を考察したのでその内容を報告する。

2. 自動点検において必要とされる点検項目の分類

CAN通信を通して車載ECUから取り出せるデータは様々である。特にEVやHVなどは、通常の自動車よりも多くのセンサを搭載していることから、センサからの情報をリアルタイムに解析することによって日常点検が可能になるのではないかと考えた。

自動車点検基準第1条（日常点検基準）に定められている別表第2（自家用乗用車等の日常点検基準）を表1に示す。

代表的なEV・HVである三菱i-MiEV、日産リーフ、トヨタプリウスPHEVについて、外部診断機を使用し、車載ECUから取り出せるデータを精査し、点検基準表と照らし合わせ、必要とされる点検項目の可否を次のように分類した。

- (1) 既存のスイッチ、センサ等で直接検知・点検が可能
 - (2) 直接検知・点検できないが、既存のスイッチ、センサ等を組み合わせることにより可能
 - (3) 新たにスイッチ、センサ等を設置すれば検知・点検可能
 - (4) スイッチ、センサ等では検知・点検が困難又は不可能
- 分類した結果を表2に示す。

表1 日常点検基準

1. ブレーキ	1 ブレーキペダルの踏みしろが適当で、ブレーキの効きが十分であること。
	2 ブレーキの液量が適当であること。
	3 駐車ブレーキレバーの引きしろが適当であること。
2. タイヤ	1 タイヤの空気圧が適当であること。
	2 亀裂及び損傷がないこと。
	3 異常な摩耗がないこと。
	4 溝の深さが十分であること。
3. バッテリー	液量が適当であること。
4. 原動機	1 冷却水の量が適当であること。
	2 エンジンオイルの量が適当であること。
	3 原動機のかかり具合が不良でなく、かつ、異音がないこと。
	4 低速及び加速の状態が適当であること。
5. 灯火装置及び方向指示器	点灯又は点滅具合が不良でなく、かつ、汚れ及び損傷がないこと。
6. ウインドウォッシャー及びワイパー	1 ウインドウォッシャーの液量が適当であり、かつ、噴射状態が不良でないこと。
	2 ワイパーの払拭状態が不良でないこと。
7. 運行において異常が認められた箇所	当該箇所に異常がないこと。

表2 分類表

(1)既存のスイッチ，センサ等で直接検知・点検が可能	1 ブレーキの液量
(2)直接検知・点検できないが，既存のスイッチ，センサ等を組み合わせることにより可能	1 ブレーキペダルの踏みしろ
	2 ブレーキの効き
	3 低速及び加速の状態
(3)新たにスイッチ，センサ等を設置すれば 検知・点検が可能	1 冷却水の量
	2 バッテリーの液量
	3 ウインドウォッシャーの液量
	4 タイヤの空気圧(含むスベア・タイヤ)
	5 駐車ブレーキレバーの引きしろ
	6 ランプ類の点灯，点滅具合
(4)スイッチ，センサ等では検知・点検が困難又は不可能	1 タイヤの亀裂，損傷及び異常な摩耗
	2 タイヤの溝の深さ
	3 ランプ類のレンズの汚れ，損傷
	4 ウインドウォッシャーの噴射状態
	5 ワイパーの拭きとり状態

3. 自動点検を行うための具体的実現方法の考察

3.1 既存のスイッチ，センサ等で直接検知・点検が可能なもの

・ブレーキの液量の点検

日常点検での「ブレーキ液量の点検」は、マスタ・シリンダのリザーバ・タンク内のブレーキ液が一定レベル以上あるかどうかを確認する必要がある。リザーバ・タンク内には液面レベルを検出するレベル・センサとしてリード・スイッチが内蔵されており、ブレーキ液面が一定レベルより低くなると、リード・スイッチがONになり、メータパネル内のブレーキ液面警告灯を点灯させ、運転者に異常を知らせるようになっている。この項目はすでに実装されているシステムなので、これを利用すればよい。図1にリード・スイッチの作動を示す。

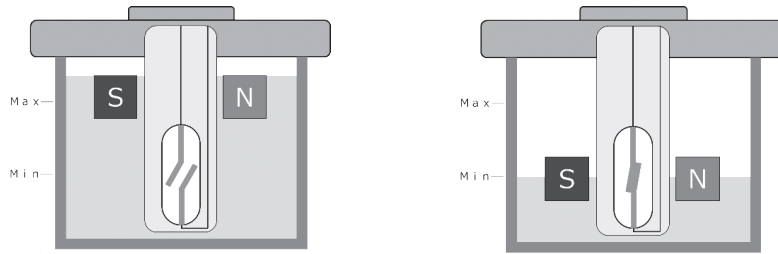


図1 リード・スイッチの作動

3.2 直接検知・点検できないが、既存のスイッチ、センサ等を組み合わせることにより可能なもの ・ブレーキ・ペダルの踏みしろの点検

日常点検での「ブレーキ・ペダルの踏みしろの点検」は、ペダルの遊び（図2）と踏み込んだ時のペダルと床板とのすきま（図3）の両項目を確認する必要がある。後者はブレーキ液圧漏れの有無を確認するために行う。ブレーキ・ストローク・センサとブレーキ液圧センサからのデータを基に、ペダルの踏み込みを始めてから、ブレーキ液圧が立ち上がるまでのブレーキ・ストロークを検出することによりペダルの遊びの検出を、また、ブレーキ・ペダルの踏み込み量と、踏み込み量に対するブレーキ液圧の変化を監視することにより、ブレーキ液圧漏れの有無検知が可能と考えられる。

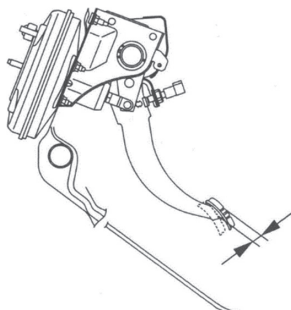


図2 ペダルの遊び

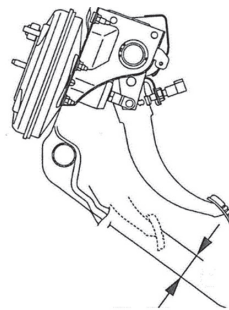


図3 ペダルと床板のすきま

・ブレーキの効きの点検

日常点検での「ブレーキの効きの点検」は、乾燥舗装路を低速で走行したとき、効きが十分か、片効きしないかを確認する必要がある。効きが十分かの検知は、ブレーキ・ストローク・センサ、車速センサ、前後Gセンサの組み合わせで検知が可能と考える。ブレーキ片効きについては、片効きが発生した場合、車両には片効きする車輪側へのヨーが発生し、同時にハンドルも同方向へステアさせようとする挙動を示すことから、ブレーキ・ストローク・センサ、前後Gセンサ、ヨーレートセンサ、ステアリング・トルク・センサ、舵角センサからのデータを基に検知が可能と考

えられる。なお、ブレーキ片効き検知の研究についてはすでに着手しており、平成26年度全国自動車短期大学協会研究発表会にて発表を行った。詳細は自動車整備技術に関する研究報告誌第43号「センサ出力について（ブレーキ片効き時と正常時の比較）」を参照されたい。

・低速及び加速の状態の点検

日常点検での「低速及び加速の状態の点検」は、アイドリングの状態が安定しているかどうか点検することであるが、EVにおいてはアイドリングという状態がないので除外する。HVにおいてのアイドリング状態の良否については検討中であり保留とする。加速の状態の点検については、車を発進させ、スムーズな動き出しや加速をするかどうか確認する。アクセルペダル・センサと車速センサからの情報を基にアクセルペダル踏み込み量に対して、車速の変化を監視することにより検知可能と考える。

3.3 新たにスイッチ、センサ等を設置すれば検知・点検が可能なもの

・冷却水の量の点検

日常点検での「冷却水の量の点検」は、リザーバ・タンク内の冷却水が一定レベル以上あるかどうか確認する必要がある。リザーバ・タンク内へレベル・センサを新設し、スイッチのON・OFFにより冷却水レベルの検知が可能となる。レベル・センサは、ブレーキ液面警告装置と同様の構造のものが使用可能と考える。

・バッテリーの液量の点検

日常点検での「バッテリーの液量の点検」は、バッテリー液が規定量以下でないことを確認する必要がある。上記「ブレーキの液量の点検」で述べたレベル・センサを新設すれば検知が可能と考える。余談であるが、昨今の自動車用バッテリーは、通常の使用でバッテリー液が減少することがほとんどなく、また密封タイプかつ容器が半透明でないものが多く出回っており、バッテリー液点検の必要性がなくなってきているので、点検を省略してもよいのではないかと個人的には考える。

・ウインドウォッシャの液量の点検

日常点検での「ウインドウォッシャの液量の点検」は、ウォッシャ・タンク内のウォッシャ液が十分にあるかどうか点検する必要がある。ウォッシャ液レベルが一定以上あればよいので、上記「ブレーキの液量の点検」で述べたレベル・センサを新設すれば検知が可能と考える。

・タイヤの空気圧（含むスペア・タイヤ）の点検

日常点検では、タイヤの空気圧が指定空気圧になっているかどうかを点検する必要がある。各ホイールのエアバルブ・キャップにワイレス式空気圧センサを設けることにより、空気圧の診断が可能となる。このような空気圧センサは、PRO-TECTA社より「エアモニ」という商品名で既に販売されている。エアモニのホームページ<http://www.airmoni.jp/airmoni3/index.html>を参照されたい。エアモニ概要について図4に示す。



図4 エアモニ概要

・駐車ブレーキレバーの引きしろの点検

日常点検では、駐車ブレーキレバーをゆっくり引き上げたとき、規定範囲内のノッチ（カチカチ音）で止まるかどうかを点検する必要がある。引きしろが過小の場合、駐車ブレーキは完全に解放されず、ブレーキの引きずりの原因となる。また、引きしろが過大の場合は駐車ブレーキ制動力が十分に得られなくなる。駐車ブレーキレバーのストロークを検出すれば診断可能になる。検出方法には、駐車ブレーキレバーのストロークを図5に示すポテンシオメータを用いれば、角度情報を電圧として検出できる。または別の方法として、一定のストロークを超えた場合にONまたはOFFとなるスイッチを新設して検出する方法も考えられる。

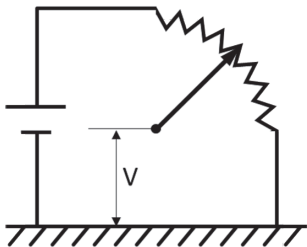


図5 ポテンシオメータ

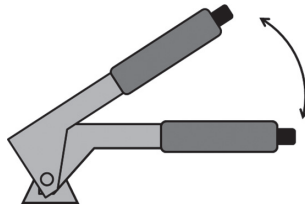


図6 カレント・センサ

・ランプ類の点灯、点滅具合の点検

日常点検では、ランプ類が点灯するかどうか、ターンシグナルランプやハザードが適切な速さで点滅するかどうかを点検する必要がある。ランプの電流を検出するカレント・センサ（図6）を新設し診断することで可能になると考える。

3.4 スイッチ、センサ等では検知・診断が困難又は不可能なもの

以下の項目については目視で点検を行う項目であり、自動車用センサ等では検知・診断が不可能である。画像診断等の別途技術で対応しなければならない。

- ・タイヤの亀裂、損傷及び異常な摩耗の点検
- ・タイヤの溝の深さの点検

- ・ランプ類のレンズの汚れ、損傷の点検
- ・ウインドウォッシャの噴射状態の点検
- ・ワイパーの拭きとり状態の点検

4. ま と め

自動車の動作の基本は、「走る」「曲がる」「止まる」であるが、法令によって定められている日常点検では「曲がる」についての点検項目がない。ハンドルの遊び、操作具合等の項目を自動点検システムに独自に入れるべきと考える。その場合、ステアリング・トルク・センサ、舵角センサからのデータを基に診断が可能と考えられる。

今回考察するにあたって鮮明になったことは、車両自身に自動点検システムを組み込むことができる項目に対して、車両外のシステムで点検を行わなければいけない項目があるということである。前者は液量や圧力、変化量といった量で、センサによる検出が比較的容易にできる。後者は亀裂、噴射状態、ふき取り状態等の目視に頼らざるを得ない項目があり、実現するには画像処理システムを開発しなければならず実現は容易ではない。よって、筆者の研究対象からは除外することとした。

現在、「ブレーキの効き」と「加速の状態」について走行実験を行い、車載センサからのデータを分析をして、判定基準の数値化を進めている。近い機会にこれらの研究結果を発表することができればと考えている。

最後に、現在進めている研究を全面的にサポートして頂いている株式会社クリエイト・プロ様に深く感謝の意を表し、この稿の締めくくりとしたい。

参 考 文 献

- 1) トヨタ自動車(株):プリウスPHV ZVW35系 電子技術マニュアル(2011)
- 2) 村上 敦:カーシェアリングが地球を救う(2004)
- 3) (株)クリエイト・プロ:EVカーシェアリング用無人ステーション車両検査システムの開発 成果報告書(2012)