

自動車の点検整備データに基づく耐久性の統計分析*

A Statistical Analysis of Vehicle Durability Using Vehicle I/M Data*

福本潤也**・後藤雄太***

By Junya FUKUMOTO** and Yuta GOTO***

1. はじめに

自動車検査・登録制度に基づいて自動車の継続検査と点検整備が行われている。国土交通省は点検整備プロセスで得られるデータを定期的にサンプル調査している。同調査で得られるデータは自動車の耐久性を推計すると同時に、自動車の車検制度の見直しを検討する上で大変有益であると考えられる。

ただし、これまで上記データが有効に利用されてきたとは言えない。2004年から2005年にかけて車検制度の見直しが政治的な議題になった際に、国土交通省が設けた「自動車の検査・点検整備に関する基礎調査検討会」（以下、基礎調査検討会）による車検制度の見直しの影響の評価に同データが用いられた¹⁾。例えば、自家用乗用車（軽自動車を含む）の初回有効期間を3年から4年に延長する場合には、交通事故による年間推定死傷者数が6.5%、年間推定交通渋滞長が9.9%、排出ガス成分に含まれる環境汚染物質が0.4~0.9%増加するという試算結果を示している。しかし、分析方法が様々な問題を抱えていたため、信頼性の高い分析結果が導き出されたとは言えない。

本研究の目的は、車検制度の見直しの評価等を念頭に置きながら、上記データを用いた自動車の耐久性の推計方法を提示し、統計分析により自動車の耐久性（具体的には、自動車の車検時の点検項目の製品劣化曲線）を実証的に明らかにすることである。

2. 基礎調査検討会による推計

(1) データの概要

基礎調査検討会が不具合率の推計に用いたデータは、平成12年度から15年度の延べ13ヶ月間に全国の指定整備工場に入庫した自動車の基準適合性を国土交通省が調査したものである。調査対象車両は、自家用乗用自動車・事業用乗用自動車・事業用乗合自動車・レンタカー・大

型特殊自動車・軽貨物車・二輪自動車に及んでいる。国内の自動車保有台数の約1%に相当する約73万台について調査している。自家用乗用自動車の場合、表-1に示した属性情報を各サンプルについて調べている。特に、部位の基準適合性については、自動車検査員が点検整備前の状態における各部位の基準適合性を、1) 不適合、2) 適合しなくなる可能性大、3) 問題なしの3段階で判定した結果が記録されている。

(2) 基礎調査検討会の推計方法の問題

基礎調査検討会では、有効期間の延長により、不具合率がどれだけ増加するかを推計している。不具合率とは、車検前の定期点検時に自動車の検査・点検項目のうち少なくとも1箇所以上が道路運送車両の保安基準に適合していないと自動車検査員によって判断される車両の占める割合を意味する。不具合率は、車種・車齢別に求められる。

ただし、推計方法には以下の3つの課題がある。第一に、自動車の不具合率と製品劣化曲線の定義を見直すべきである。基礎調査検討会の推計では各部位の不具合を集計した指標に基づいて自動車の不具合を定義し、一つの部位から構成される場合のみ妥当であると考えられる製品劣化曲線を用いている。実際には不具合率が大きく異なる複数の部品から構成される自動車の劣化特性を把握することが必要である。

第二に、膨大なデータをより有効に用いて不具合率を推計するべきである。基礎調査検討会の推計では、車種・車齢別に集計した不具合発生率のデータを用いて製品劣化曲線の推計を行っている。そのため、推計の精度や有意性について統計的な議論を行うことができない。さらに、走行距離などの車両の属性が調査されているにも関わらず、推計ではほとんど考慮されていないという課題がある。

第三に、過去に整備が行われた可能性を考慮した劣化曲線の推計が必要である。自動車の各部位は過去の定期点検時や故障時に整備されている可能性がある。基礎調査検討会の推計では、これらの可能性を暗黙的に無視しているため、不具合率を過小に評価してしまっている可能性があるといえる。

*キーワード：自動車保有・利用、財源・制度論

**正員、博（工）、東北大学大学院情報科学研究科
宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06,
TEL022-795-7504, FAX022-795-7504

***正員、修（工）、仙台市
TEL022-795-7504

表-1 属性情報（自家用乗用自動車）

属性	区分数	分類
検査年	4	H12,H13,H14,H15
初度登録年	—	
種別	3	普通, 小型, 軽
車名	36	トヨタ, ホンダ, 日産, 等々
型式	—	
車体形状	6	箱形, ステーションワゴン, 等々
車両重量	—	
累計走行距離	—	
前回定期検査の受検	2	有, 無
前輪ブレーキ	3	ドラム, ディスク, その他
後輪ブレーキ	3	ドラム, ディスク, その他
パワーステアリング装置	2	有, 無
駆動方式	4	FR, FF, RR, 4WD
トランスミッション	3	AT, MT, その他
部位1の不具合	3	不適合, 適合しなくなる可能性大, 問題なし
:	:	
部位67の不具合	3	

本研究では、上記3つの課題を克服する推計方法を提示し、それを基礎調査検討会と同じデータに適用する。なお、同様の問題意識に立つ研究に田尻²⁾と Fukumoto and Goto³⁾がある。前者は、自動車の不具合率が車齢と累計走行距離に依存するロジスティック回帰モデルを考え、個票データを用いたパラメータ推定を行っている。上で指摘した第二の課題については対処しているものの、第一の課題と第三の課題については考慮していない。一方、後者は上記3つの課題を考慮している。しかし、自動車の属性データのうち、一部のデータしか用いていない。それに対し、本研究では変数選択を通じて利用しうる属性データを全て有効に活用することを試みる。

3. 不具合率の再推計

(1) 基本的な考え方

本研究における不具合率の再推計は、1) 検査項目別の製品劣化曲線の推計と、2) 1)の推計結果を用いた不具合率の推計の二段階によって構成される。第一段階では、検査項目別に基準に適合しない確率をハザード・モデルによって表現し、ハザード・モデルの推定結果から製品劣化曲線を求める。製品劣化曲線とは、車齢等の自動車属性と検査項目が基準に適合しない確率の関係を表す関係式である。第二段階では、検査項目が一つでも基準に適合しない確率を不具合率と定義した上で、検査項目別に推計した製品劣化曲線を用いて、車齢等の属性と不具合率の関係式を推計する。

基礎調査検討会は、一ヶ所以上の部位が不適合と判定された自動車の比率を不具合率と定義した上で、車齢と不具合率の関係式を直接推計している。そのため、不具合率の定義そのものは本研究と基礎調査検討会で同じである。ただし、検査項目別に製品劣化曲線を推計した後

に不具合率を推計する点と、車齢以外の属性を不具合率の推計に反映している点で、大きく異なっている。

また、基礎調査検討会は調査対象の自動車が過去に点検整備を受けている可能性を明示的に考慮していないのに対し、本研究では(3)で後述する方法に基づき、過去の点検整備の履歴を明示的に考慮して推計する点でも異なっている。今回使用するデータでは、各サンプルについて、ある一時点における基準適合性が調査されている。無論、ほぼ全ての自動車は調査時点以前にも法的に義務付けられた点検整備を定期的に受けていると考えられる。また、ユーザーの自主的な判断によって、不定期に点検整備を受けている可能性もある。過去の点検整備の履歴を無視すると、製品劣化曲線の推計結果が大きなバイアスを持つ可能性がある。これより、基礎調査検討会では過去の点検整備の履歴を明示的に考慮する必要のない車齢3年と車齢5年の自動車のデータを主に用いて推計している。これに対し、本研究では、過去の車検時に整備・点検が行われている可能性を明示的に考慮し、全てのサンプルのデータを用いてハザード・モデルを推計する。

(2) ワイブル比例ハザード・モデル

本研究では、自動車の劣化により点検項目が基準に適合しなくなる事象をワイブル比例ハザード・モデル⁴⁾を用いて確率的に表現する。自動車*i*の初回登録時点を $t_i = 0$ と定義して、点検項目*j*が基準に不適合となる状態に最初に到達する時刻を t_{ij} で表す。 t_{ij} は確率変数である。

検査項目が基準に不適合となる確率は車齢とともに増加すると考えられる。時刻 t_{ij} がワイブル分布に従う加速故障時間モデルを考える。時刻 t_{ij} の確率密度関数は次式で表される。

$$f(t_{ij}; \lambda_j, \theta_{ij}) = \frac{\lambda_j t_{ij}^{\lambda_j - 1}}{\theta_{ij}^{\lambda_j}} \exp \left[- \left(\frac{t_{ij}}{\theta_{ij}} \right)^{\lambda_j} \right] \quad (1)$$

λ_j は分布の形状を表すパラメータであり、 $\lambda_j > 0$ を満たす。 θ_{ij} は分布の尺度を表すパラメータであり、 $\theta_{ij} > 0$ を満たす。 $\phi_{ij} = \theta_{ij}^{-\lambda_j}$ と変数変換すると確率密度関数が次式に変形される。

$$f(t_{ij}; \lambda_j, \phi_{ij}) = \lambda_j \phi_{ij} t_{ij}^{\lambda_j - 1} \exp \left[- \phi_{ij} t_{ij}^{\lambda_j} \right] \quad (2)$$

これより、時刻 T_i までに検査項目*j*が基準に不適合になる確率は次の分布関数であらわされる。

$$F(t_{ij}; \lambda_j, \phi_{ij}) = 1 - \exp \left[- \phi_{ij} t_{ij}^{\lambda_j} \right] \quad (3)$$

一方、時刻 T_i までに検査項目*j*が基準に不適合にならない確率は次の生存関数で表される。

$$S(y_i; \lambda, \phi) = \exp \left[- \phi y_i^{\lambda} \right] \quad (4)$$

これより、ハザード・レートが次式で表される。

$$h(t_{ij}; \lambda_j, \phi_j) = \lambda_j \phi_j t_{ij}^{\lambda_j - 1} \quad (5)$$

一般に、同じ点検項目であっても、自動車の属性や利用状況が異なれば、ハザード・レートも異なってくると考えられる。そこで、パラメータ ϕ_j を自動車の属性を表す変数 \mathbf{x}_{ij} とパラメータ β_j を用いて、 $\phi_j = e^{\mathbf{x}_{ij}^T \beta_j}$ とモデル化する。これより、ハザード・レートは次式で表される。

$$h(t_{ij}; \lambda_j, \beta_j, \mathbf{x}_{ij}) = \lambda_j e^{\mathbf{x}_{ij}^T \beta_j} t_{ij}^{\lambda_j - 1} \quad (6)$$

式(6)のハザード・レートを持つハザード・モデルは、自動車の属性等が比例定数の形でハザード・レートに影響することから、比例ハザード・モデルと呼ばれる。以下では、基礎調査検討会と同じデータを用いて、式(6)に含まれる未知パラメータを推定する。

(3) 点検整備の履歴のモデル化

(1)でも指摘した通り、本研究で用いるデータからは、自動車が過去に受けた点検整備に関する情報を得ることはできない。そのため、車齢の高い自動車が点検を受けて基準に適合すると判定された場合に、1) そもそも当該項目の劣化の速度が遅いためなのか、それとも、2) 劣化の速度は速いものの、過去の点検で基準に適合しないと判定されて整備を受けたため、今回の点検ではたまたま基準に適合しただけなのかを伺い知ることはできない。同じくある検査項目が基準に適合しないと判定された場合でも、1) 今回の検査で初めて基準に適合しないと判定されたのか、それとも、2) これまでに何度も基準に適合しないと判定されてきたのかを伺い知ることはできない。図-1 はデータから観察可能な情報と過去の点検整備の多様な履歴の関係を模式的に表している。過去の点検整備の可能性を無視して単純なハザード・モデルをデータにあてはめると、自動車の劣化を過小評価してしまう。

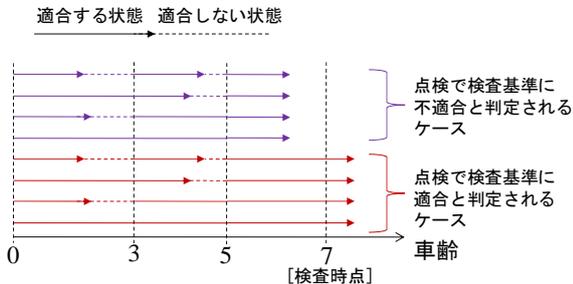


図-1 過去の点検整備の履歴の可能性

この問題に対処するには、過去の点検整備の履歴を明示的にモデル化してハザード・モデルのパラメータを推定する必要があるが、本研究では、この問題に対処するため、Fukumoto and Goto³⁾と同じ推計方法を用いる。手法の詳細は先行研究に譲るが、基本的な考え方は、1) 全ての自動車は車検時のみに点検整備を受けている、2) 車検

時の点検の結果、基準に適合しないと判定された場合には整備が行われて自動車の初回登録時の劣化状態に戻る、という2つの仮定を置き、過去の自動車の点検整備の全ての履歴を確率的に定式化するというものである。

この時、任意の車齢の自動車の点検整備の履歴は次のようにモデル化される。自動車 i の車齢を N_i で表す。自動車 i がこれまでに点検整備を受けた時点における車齢の集合を $T_i = \{\tau_{ik}\}_{k=1, \dots, K_i}$ で表す。ただし、 $\tau_{iK_i} = N_i$ 、 $\tau_{i1} < \dots < \tau_{iK_i}$ である。 K_i は調査時点の点検が初回登録以降、何回目の点検であるかを表す変数である。第 k 回目の点検における自動車 i の調査項目 j の点検結果を d_{ijk} で表そう。 d_{ijk} は0または1になる二値変数である。 $d_{ijk} = 0$ は基準との適合を、 $d_{ijk} = 1$ は基準との不適合を意味する。基準と不適合であると判定された車齢の集合を $\Delta_{ij} \in 2^{T_i}$ で表す。任意の $t_{ik} \in T_i$ について $d_{ijk} = 0$ が成り立つ場合、 $\Delta_{ij} = \{\emptyset\}$ である。最低一回は基準と不適合であると判定された場合、 $\Delta_{ij} = \{\delta_{ijm}\}_{m=1, \dots, M_{ij}}$ である。ただし、 $1 \leq M_{ij} \leq N_i$ 、 $\delta_{ij1} < \dots < \delta_{ijM_{ij}}$ である。 M_{ij} はこれまでに基準と不適合であった点検の回数を表す変数である。

以上の変数を用いると、自動車 i が点検項目 j について基準に不適合であると判定される確率を次のように表すことができる。

$$\begin{aligned} \Pr(d_{ijK_i} = 1) &= \sum_{\substack{\Delta_{ij} \in 2^{T_i} \\ M_{ij} = K_i}} \prod_{m=1}^{M_{ij}} [F(\delta_{ijm}) - F(\delta_{ijm^-})] S(t_{ijK_i} - \delta_{ijM_{ij}}) \quad (7) \end{aligned}$$

ただし、 $m^- \equiv m-1$ 、 $\delta_{ij0} \equiv 0$ である。式(7)は $M_{ij} = K_i$ の場合のみを考慮しており、 $S(t_{ijK_i} - \delta_{ijM_{ij}}) = S(0) = 1$ が常に成り立つ。一方、基準に適合すると判定される確率は次式で表される。

$$\begin{aligned} \Pr(d_{ijK_i} = 0) &= \sum_{\substack{\Delta_{ij} \in 2^{T_i} \\ M_{ij} \neq K_i}} \prod_{m=1}^{M_{ij}} [F(\delta_{ijm}) - F(\delta_{ijm^-})] S(t_{ijK_i} - \delta_{ijM_{ij}}) \quad (8) \end{aligned}$$

(4) 尤度関数の定式化

(2)で定式化したワイブル比例ハザード・モデルのパラメータを最尤法により推定する。式(7)の $\Pr(d_{ijK_i} = 1)$ と式(8)の $\Pr(d_{ijK_i} = 0)$ を用いると対数尤度は次式で表される。

$$\begin{aligned} LL_j(\lambda_j, \beta_1, \dots, \beta_j) &= \sum_{i \in I} \{d_{ijK_i} \Pr(d_{ijK_i} = 1) + (1 - d_{ijK_i}) \Pr(d_{ijK_i} = 0)\} \quad (9) \end{aligned}$$

(5) モデル選択

表-1 に示した属性情報のうち、表-2 に示す変数を説明変数として用いる。ただし、メーカーについては、分類が細かかったため、サンプル数の多い国内メーカー数社と、その他国内メーカー、米国メーカー、欧州メーカーに集約して用いる。

表-2 説明変数の候補

	変数の種類	変数候補		
		普通	小型	軽
年間走行距離	連続	距離		
前回の定期点検の有無	ダミー	有		
前輪ブレーキ	ダミー	ドラム、ディスク		
後輪ブレーキ	ダミー	ドラム、ディスク		
パワーステアリング装	ダミー	有		
駆動方式	ダミー	FR, FF, RR, 4WD		
トランスミッション	ダミー	AT, MT		
メーカー	ダミー	トヨタ, ニッサン, ホンダ, 三菱, 国内その他, 米国, 欧州	トヨタ, ニッサン, ホンダ, マツダ, 三菱, 国内その他, 米国, 欧州	三菱, スズキ, ダイハツ
最大数		19	20	15

最尤推定では、説明変数を追加して未知パラメータの数を増やせば、必ず観測データとの適合度が高まる。しかし、その場合にはノイズなどの偶発的な変動をも説明しようとするため、推計結果の頑健性が失われるという過適合問題が新たに生じる。こうした問題を避けるには、モデル選択を行い、適切な説明変数の選択を行う必要がある。本研究では、統計モデルの良さを評価するための指標として一般的に用いられる赤池情報量基準 (AIC) に従ってモデル選択を行う。L を最大尤度、k を自由パラメータとすると、AIC の定義式は次式で与えられる。

$$AIC = -2 \ln L + 2k \quad (10)$$

説明変数の候補が多いため、表-2 に示した全ての変数の組み合わせについて AIC を求めることは計算負荷が大きすぎる。そこで、本研究では図-2 のアルゴリズムに従って AIC を最小にするモデル選択を行う。このアルゴリズムでは、自動車属性を表す説明変数を全く用いない場合から推計を行い、そこから説明変数を逐次的に増やしつつ、AIC が最小となる説明変数の組み合わせを探索する。

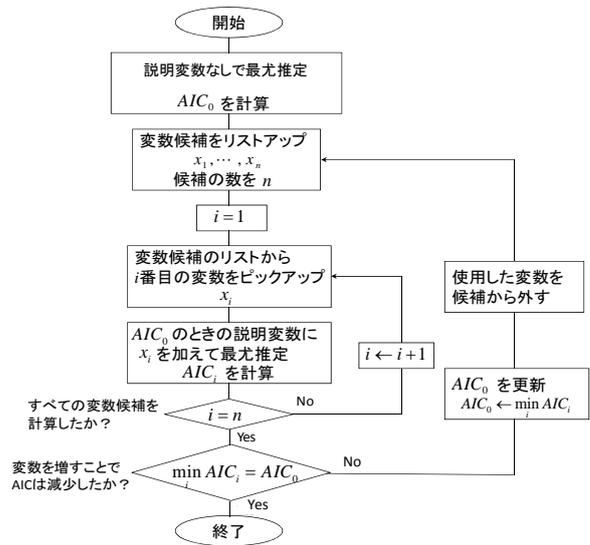


図-2 モデル選択のアルゴリズム

普通車・小型車・軽自動車のそれぞれについて、67 点検項目すべての製品劣化曲線を、上記アルゴリズムに基づいて推計する。不具合率の推計は、普通自動車・小型自動車・軽自動車の 3 種類について別個に行う。サンプル数はそれぞれ 160,162 台、271,812 台、79,904 台である。

(6) パラメータ推定結果と考察

紙面の都合上、パラメータ推定結果は省略する。全体的な傾向としては、以下の 4 点を確認できる。第一に、経年的な劣化を表わすパラメータ λ は、軽自動車の点検項目 58 を除く全ての点検項目において有意に 1 を上回っている。これは、自動車を構成するほぼすべての部位が時間の経過に伴い故障率が増加することを意味している。第二に、走行距離に伴う劣化を表わすパラメータ $dist$ が 67 点検項目中、普通車と小型車では 48 項目、軽自動車では 38 項目で有意に正となっている。つまり、普通車と小型車では点検項目の約 72% で、軽自動車では約 57% で走行劣化のメカニズムが働いていることが確認できる。第三に、前回の定期点検の受検を表わすパラメータ $insp$ が 67 点検項目中、普通車では 27 項目、小型車では 38 項目、軽自動車では、9 項目で有意に負となっている。つまり、普通車では点検項目の約 40% で、小型車では約 57% で、軽自動車では約 13% で、前回の定期点検の受検が車検時に基準に不適合になる確率を有意に低下させていることを意味している。しかし、一方で、67 点検項目中、普通車では 4 項目、小型車と軽自動車では 2 項目で有意に正となっている。第四に、最も重要な点であるが、点検項目によって経年劣化を表すパラメータ λ と走行劣化を表すパラメータ $dist$ の推定値が大きく異なることが分かる。基礎調査検討会では 1 つでも基準を満たさない自動車は不具合を抱えているものと定義して、不具合率をもとに製品劣化曲線を推計した。しかし、以上の分析結果からも明らかな通り、自動車の部位ごとに劣化に影響する要因は大きく異なると考えられる。また、点検項目により

基準と不適合となる確率が全く異なっている。例えば、基礎調査検討会は、自動車検査証の有効期間の延長がNOxの排出量を0.4%増加させると結論づけている。しかし、パラメータ推定結果（本稿では省略）は、排出ガスに関わる点検項目における基準不適合率が他の点検項目と比較しても極めて低いことを示している。このことから分かる通り、基礎調査検討会の推計結果は大きなバイアスを含んでいる可能性がある。部位別の製品劣化曲線を用いて、自動車検査証の有効期間の延長がもたらす不具合率の増加について再推計することが必要であると言える。

(7) 走行劣化と経年劣化

点検項目が経年劣化と走行劣化のいずれの影響を強く受けるか検討するため、経年劣化弾力性と走行劣化弾力性を次式により定義する。

$$\text{経年劣化弾力性} = \frac{F(t + \Delta t, x^{dist}) - F(t, x^{dist})}{F(t, x^{dist})} \quad (11)$$

$$\text{走行劣化弾力性} = \frac{F(t, x^{dist} + \Delta x^{dist}) - F(t, x^{dist})}{F(t, x^{dist})} \quad (12)$$

普通自動車について経年劣化弾力性と走行劣化弾力性の推計結果を図-3に示す。図の縦軸は経年劣化弾力性の大きさ、横軸は走行劣化弾力性の大きさを表す。左上に位置するほど経年劣化要因が相対的に強く、右下に位置するほど走行劣化要因が相対的に強くきいている。走行劣化弾力性がゼロとなっている点検項目は、ワイブル比例ハザードモデルの推定において、走行距離が説明変数として採用されなかった点検項目である。なお、ここで図示した推計結果は、車齢3年のサンプルについて、個別に推計した経年劣化弾力性（3年から4年への延長を想定）と走行劣化弾力性（年間走行距離の10,000kmの増加を想定）の平均をとったものである。

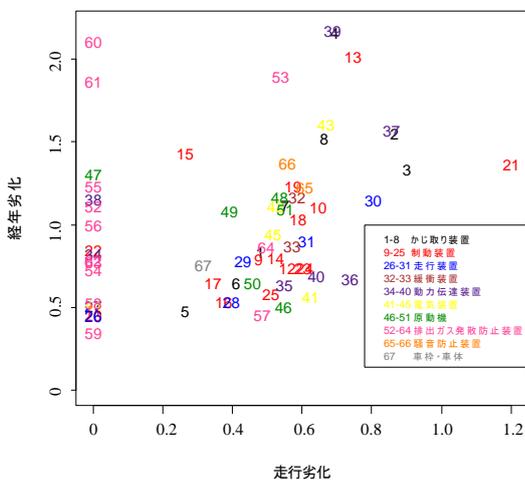


図-3 経年劣化と走行劣化（普通車）

経年劣化と走行劣化の相対的な影響をみるため、経年劣化弾力性(A)と走行劣化弾力性(B)の比(A/B)を求めてみる。この比が大きい項目ほど相対的に経年劣化要因が強くきいていることを意味している。上位10項目に着目すると、普通車では項目38が、軽自動車では項目2が経年劣化の要因が大きいにもかかわらず省略可能な項目に含まれているが、9割以上の項目はすべての自動車に検査が義務付けられた項目に対応する。一方、下位10項目に着目すると、省略可能な項目に含まれるのは、普通車で8項目、小型車で7項目、軽自動車で6項目となる。これらの項目は、経年劣化が小さく、走行劣化が大きい項目のため、走行距離の少ない自動車について点検を省略することは妥当であるといえる。省略可能な項目に含まれていない項目25は3車種すべてで下位10項目に、項目57は2車種で下位10項目に含まれていることから、省略可能な項目に含めるべき項目と考えられる。図から見てわかるように、各点検項目の経年劣化と走行劣化の影響は大きく異なっている。車検制度の見直しは、有効期間の延長だけでなく、点検項目の見直しも検討する必要があると考えられる。点検項目の見直しに当たっては、本稿で分析したように、各点検項目の経年劣化と走行劣化の影響を明らかにしたうえで検討することが有効であると考えられる。

(8) 有効期間延長に伴う不具合率の増加

基礎調査検討会と同様に、自家用乗用車の初回有効期間を3年から4年へ延長した場合に不具合率がどれだけ増加するか推計する。具体的には、式(7)を用いて、サンプル毎に不具合が発生する確率を求め、車齢別に平均不具合率を推計する。今回の調査では観測されない車齢のデータ（車検が行われない車齢のデータ）については、車齢が1つ小さいサンプルと1つ大きいサンプルから半数ずつランダムに抽出して作成する。ただし、車齢1年と2年のサンプルについては、車齢3年のサンプルから作成する。作成したサンプルを用いて、各点検項目について、有効期間延長前後の車齢毎の平均不具合率を推計する。推計した各点検項目の不具合率から、少なくとも1つ以上の項目で基準に不適合となる確率を推計する。点検項目*i*の不具合率を P_i とし、各点検項目の不具合の発生は独立であると仮定することで、以下の式で求めることができる。

$$P = 1 - (1 - P_1)(1 - P_2) \cdots (1 - P_{67}) \quad (13)$$

普通自動車の推計結果は図-4の通りである。図で車検1年後の不具合率が減少しているのは、車検時の整備によって劣化状態が回復したことを表わしている。推計した車齢別平均不具合率と車齢別車両保有台数のデータから、社会全体としての自動車の不具合率の増加分を推計する。ただし、軽自動車については車齢別の車両保有台数のデ

ータが得られなかったため、普通車と小型車についてのみ推計する。推計結果は表-3 の通りである。基礎調査検討会の推計による不具合率の増加分 10.6%と比較するとはるかに小さな推計値となる。この結果は、基礎調査検討会による不具合率の増加の試算が過大である可能性を示しており、さらにはその不具合率の増加分に基づいている交通事故や交通渋滞、環境汚染の増加といった社会的影響の試算の信頼性は高いとは言えないことを示している。

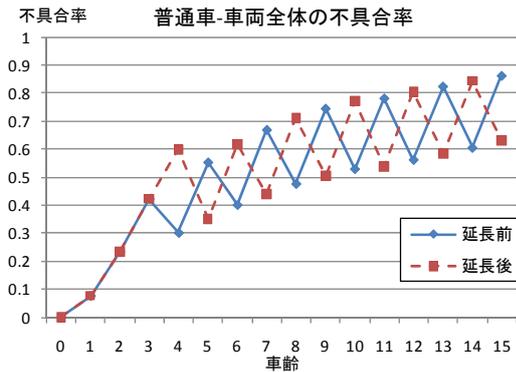


図-4 車両全体の不具合率の推計値 (普通車)

表-3 有効期間延長による不具合率の増加

	普通	小型
延長前	46.84%	50.55%
延長後	48.39%	51.83%
不具合率の増加	1.55%	1.28%

4. おわりに

本研究では、基礎調査検討会と同じデータを用いて自動車の製品劣化曲線を表す点検項目別に推計した。個別点検項目の製品劣化曲線の推計を通じて、自動車を構成する部品の劣化特性についていくつかの知見を示すことができた。また、個別点検項目の不具合率から車両全体の不具合率を推計し、有効期間延長に伴う不具合率の増加分を推計した。推計結果から、基礎調査検討会の不具合率の増分の試算が過大であることを示すことができた。

なお、製品劣化曲線の推計に関する今後の課題として、以下の三点を指摘しておく必要がある。第一に、複数の点検項目の相関関係を明らかにすることである。自動車は多数の部位から構成される複雑なシステムである。複数の点検項目が相関を有する可能性について検討し、自動車の劣化モードのようなものの同定を試みたい。第二に、推計方法を見直す必要がある。今回の推計方法には、1) 点検整備により劣化が完全に回復する、2) 前回の1年点検以外の1年点検とユーザーによる自主的な点検を無視している、3) 自動車の故障や買い替えによる高車齢のサンプルのバイアス (attrition bias) を無視している、

4) 欠損データを取り除いて分析している、といった限界がある。これらを見直すことでより精度の高い分析結果を示していく必要がある。第三に、点検整備の実態について調査する必要がある。現在の点検整備では、自動車の劣化を詳細に点検しているわけではなく、メーカーの推奨基準等に従って機械的に部品等の交換を行っている場合もあるという。点検整備の実態を踏まえた推計を試みる必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省自動車交通局：自動車の検査・点検整備に関する基礎調査検討結果報告書, 2005.
- 2) 田尻慎太郎：自動車検査制度の規制緩和による不具合率の推計, 嘉悦大学研究論集, Vol.49, pp.81-94, 2006.
- 3) Fukumoto, J. and Goto, Y.: Vehicle durability and compulsory inspection and maintenance, Proceedings of WCTRS, 2010.
- 4) Dobson, A.J. : An Introduction to Generalized Linear Models, 2nd edition, 2002, 田中豊・森川敏彦・山中竹春・富田誠訳, 一般化線形モデル入門, 共立出版, 2008.