

加速度歪度を用いた運転特性の検討*

A Study of the Driving Characteristic using Acceleration Skewness *

井上健士**・横田孝義***・伏木匠****

By Takeshi INOUE**・Takayoshi YOKOTA***・Takumi FUSHIKI****

1. はじめに

ITSの発達と共に、車載端末を搭載した車両台数も年々向上している。車載端末は、単に交通情報の受信端末だけでなく、ドライバーの走行特性から安全診断を行う機器の開発も行われており^{1,2)}、注目を集めている。この車載端末を用いる場合の交通安全の判断指標としては、現在アクセレーションノイズ(加速度分散)³⁾、急加減速、ステアリングエントロピー⁴⁾が挙げられる。アクセレーションノイズ、急加減速は、道路幾何構造、危険回避挙動の影響を強く受け、必ずしもドライバーの運転性格、車の機械的特性の組み合わせによる特性を検出できるわけではない。またステアリングエントロピーは、運転者の疲労度に強く影響され、同様に必ずしもドライバーの運転性格、車の機械的特性を検出できるわけではない。

そこで本稿では、道路幾何構造、疲労の影響を受け難い統計量として、加速度の歪度⁵⁾を用い、車の機械的特性とドライバーとの組み合わせによる運転特性を診断する可能性の検討を行う。この加速度歪度は加速度分散の影響を受けにくい、道路幾何構造の影響を受けにくく、また加速と減速の強弱の具合を示すものであるため、ドライバーのブレーキ、アクセル強弱の性格と、車の機械的特性の混在したものを示すと考える。そのため実際の車のデータを用い、加速度歪度と主観的な運転性格との相関、急加減速との相関についての検討を行う。

*キーワード：交通安全，ITS，歪度

**正員，博(工)，(株)日立製作所日立研究所

(茨城県日立市大みか町七丁目1-1，

TEL0294-52-5111，FAX0294-52-7616)

***非会員，工博，(株)日立製作所日立研究所

****非会員，修(工)，(株)日立製作所日立研究所

2. 加速度歪度の定義と運転性格の関連の仮説

加速度歪度を、加速度の歪度⁵⁾とし、以下の式で定義する。

$$\text{加速度歪度} = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{(\alpha(t) - \bar{\alpha})^3}{\sigma^3} dt \quad \dots(1)$$

T ：運転時間

$\alpha(t)$ ：加速度時系列(0 t T)

$\bar{\alpha}$ ：加速度平均値

σ ：加速度標準偏差

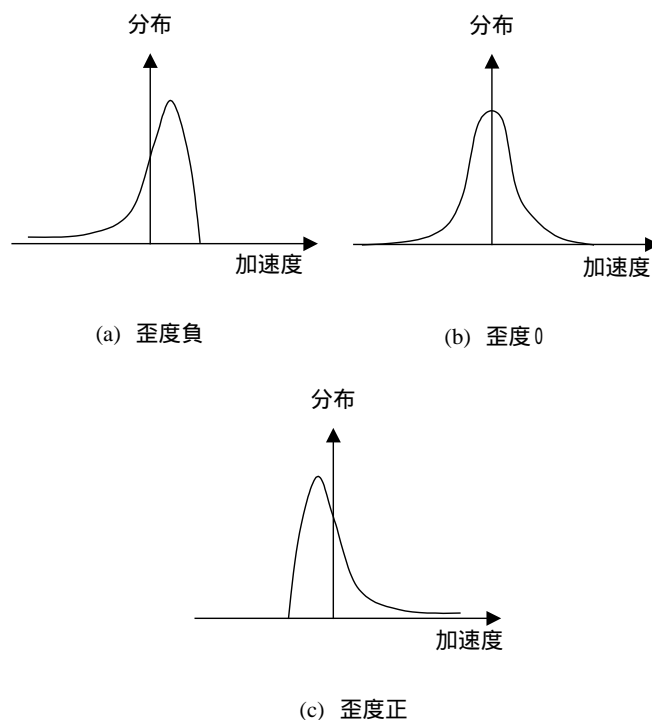


図 - 1 加速度歪度別の加速度分布

ここで図1に示すように、加速度歪度が0の場合には、加速度の分布は左右対称となり、加速度歪度

が負の場合には減速側に裾野が広がった加速度分布、加速度歪度が正の場合には加速側に裾野が広がった加速度分布となる。また歪度の定義により、歪度自体は、標準偏差により正規化されているため、加速度分布の広がりの影響を受け難い。このことは、歪度自体が道路の幾何構造によるブレーキ、アクセルを踏んだ行為の影響を受けにくいことを意味する。このことを考慮し、加速度歪度により、以下の仮説を立てる。

【仮説】

）加速度歪度が負の場合には、小さな加速が多く、急なブレーキが起こる。即ち、加速がゆっくりで、ブレーキが急となる。

）加速度歪度の値がほぼ0の場合には、加速も減速も緩やかな場合か（加速度分散が小さい場合）、加速も減速も急な場合（加速度分散が大きい場合）のどちらかとなる。

）加速度歪度が正の場合には、こまめなブレーキが多く、急な加速が起こることを意味する。即ち、ブレーキを早めにゆっくりかけ、加速が急となる。

この加速度歪度が、車の動力特性、ドライバーの個性が現れる値であることを検証できれば、安全診断指標としての使用が期待できる。

この加速度歪度の統計を取る時間範囲は、各被験者の全走行を対象とした。これは加速と減速の両方が観測できていないと、歪度の意味が無くなり、短い時間範囲では加速と減速の両方が観測できないためである。

3. 加速度歪度と運転性格の検証

本章では、始めに加速度歪度の値と主観での運転性格の関係を検討する。次に、急加減速を事故とみなす錯綜法⁶⁾の考えを用いて、加速度歪度とブレーキ、アクセルの強弱を示す加速度標準偏差は、急加速、急減速（事故と同等とみなす現象）の回数を示す要因であることを示し、交通事故との関連を考察する。

(1) 加速度歪度と主観運転性格との関係の検討

被験者は、表1に示す7名とした。それぞれの被験者の加速度分布を図2に示す。図2は、縦軸に各々の加速度の頻度を総走行時間で割った頻度割合である。

頻度割合

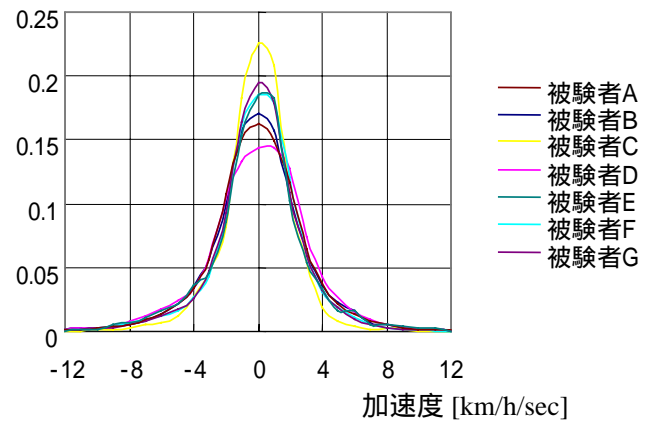


図 - 2 各被験者の加速度分布

またここでの、被験者ごとの減速と加速の分布のずれを図3に示す。図-3の頻度割合は、加速度0を除いた走行時間で各加速度の頻度を割ったものである。図-3より、被験者F,G、および被験者A,Bは分布が似ていることが判る。また被験者D,F,Gは、5km/h/secの加速度を境に減速の頻度が加速の頻度を超えていることから、主観判断において、ブレー

表 - 1 被験者の特性

被験者	性別	年齢	加減速主観特性	加減速割合主観特性	事故歴	走行場所	走行時間[sec]	車種
A	男	40代前半	普通	普通	無し	常陸太田市R293	51241	ミニバン
B	男	30代前半	普通	普通	無し	日立市R6	15858	セダン
C	男	30代前半	普通	普通	無し	ひたちなか市R6	5330	セダン
D	男	30代前半	荒い	ブレーキきつめ	3回	日立市R6	18030	RV
E	男	30代前半	普通	普通	無し	福岡市R3	3233	セダン
F	女	30代前半	荒い	ブレーキきつめ	無し	ひたちなか市R6	28237	ワゴン
G	女	30代後半	加減速遅い	ブレーキきつめ	1回	常陸太田市R293	32336	コンパクトカー

キがきついと判定されるものと推測される。ここで被験者Cは、3km/h/secの加速度を境に減速の頻度が加速の頻度を超えているものの、5km/h/sec以上の加減速の頻度が小さい。このため、主観判断においてブレーキがきついと判定されないものと推測される。

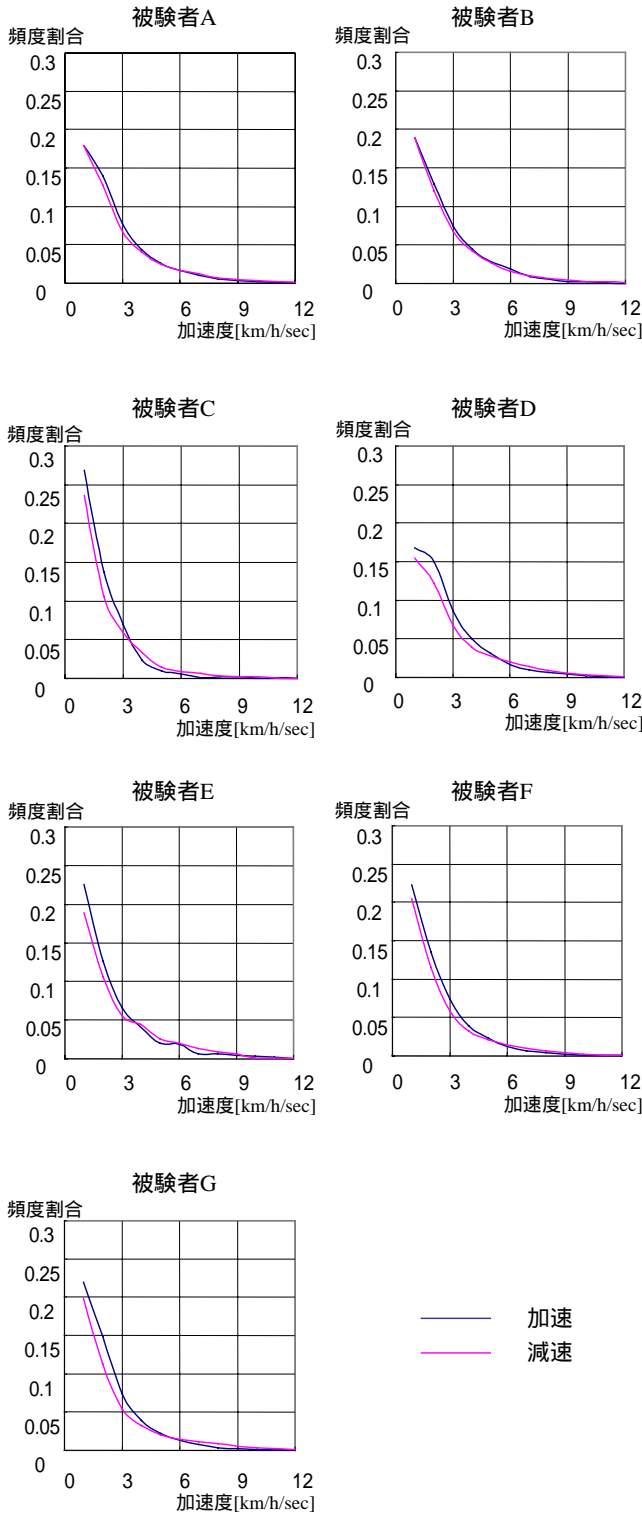


図 - 3 各被験者の加速度，減速度分布

図 - 3 より，ある加速度を閾値として，減速度の

割合が加速度を超え，さらに加減速の頻度が多い場合には，主観としてブレーキがきついと判断されることが考えられる。このため，加速度歪度，および加減速の頻度が多い指標である加速度分散を元に，主観との一致が見られるかどうかを推定する。この被験者の加速度標準偏差，加速度歪度の図を，図 - 4 に示す。

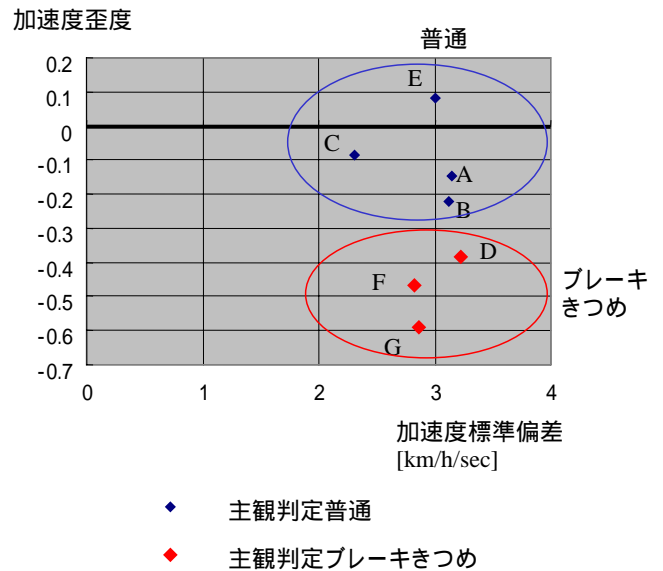


図 - 4 加速度歪度と加速度標準偏差の相関図

図 - 4 より，このサンプルでは，主観による判断が，加速度歪度により分離されていることがわかる。ここで，被験者Cは3km/h/secで減速が加速の頻度を超えているものの，加速度歪度の値は小さくなっている (-0.087)。これは，5km/h/sec以上の加速と減速の頻度はほぼ同程度で低いため，値の低い加速の影響により加速度歪度の値が小さくなっていると思われる。加速度分布形状の主観判断では，被験者Cは普通の走行をしているため，このような影響は加速度歪度に影響しない。これらより，加速度歪度を安全主観判断に使用する際には，有効であると考えられる。

(2) 加速度歪度と急加減速との関係

加速度歪度と加速度分散が急加速と急減速を示す要因であることを示すため，急加速頻度，急減速頻度（全体の走行時間と急加速，急減速の時間比）と加速度歪度，加速度分散の相関を調べる。ここでの急加減速の閾値は 11km/h/sec（重力加速度の 0.3

倍)とした。この回帰分析式はそれぞれ次式となった。ここで式(2),(3)の加速度標準偏差の単位は[km/h/sec]である。また加速度標準偏差を使用した理由は、急加減速の閾値という意味では次元を加速度に合わせる方が合理的との判断からである。

$$\text{急減速頻度} = -0.00378 \times \text{加速度歪度} + 0.004372 \times \text{加速度標準偏差} - 0.00926 \quad (2)$$

$$\text{急加速頻度} = 0.003856 \times \text{加速度歪度} + 0.002 \times \text{加速度標準偏差} - 0.00189 \quad (3)$$

ここでの重相関係数は、(2)が 0.894、(3)が 0.856 となり、標準誤差は式(2)で 0.001、式(3)で 0.000772 となった。但し P 値(有意とみなせるかどうかの値)⁵⁾、式(2)の加速度歪度に関しては 10.3%、式(3)の加速度標準偏差に関しては 12.3% (残りの係数はいずれも 5%を切っている)とやや高めである。これは被験者の数が少ないためと思われる。

この式(2)(3)より、急減速は加速度歪度と負の相関を持ち、急加速は加速度歪度と正の相関を持っていることにより、前章で述べた仮説が正しいことが分かる。また、加速度歪度と加速度分散は急加速、急減速を行う内在的な比率の指標を示すことが分かる。

次に、式(2),(3)による推定急加減速頻度の直線を図 - 4 にプロットした図を図 - 5 に示す。

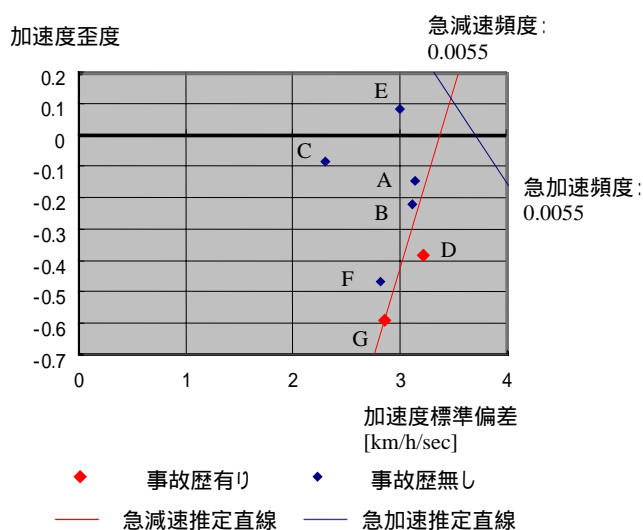


図 - 5 急加減速の推定直線とドライバーの加速度標準偏差、歪度の相関図

図 - 5 では、式(2)、(3)の急加減速の頻度が0.0055になる直線をプロットした。この図 - 5 より、急減速頻度が0.0055となる直線(1時間辺り20秒以上の急減速が起こっていると推定される境界線)により、過去に事故を起こしたドライバーが分離できていることが判る。これらのことより、歪度の安全診断への使用は有望であると思われる。しかしながら、急加速の直線は、過去に事故を起こしたドライバーとの関連は見当たらない。これは被験者の数が少ないためと思われる。

4. おわりに

本稿では、新たな交通安全診断の要因として加速度の歪度に注目し、7人のデータにより運転性格と相関を調べた。この結果、7人のデータでは、加速度歪度が負で大きな値である場合には、ブレーキが急となる運転性格を示している結果が得られた。

しかしながら、現状では加速度歪度が正の大きい被験者が得られていないこと、およびデータ数が足りなく、かつ全員が同一の地域を走行した結果ではないため、十分な信頼性を持った結果とは言えない。

このため、今後被験者を増やしてさらなる検証を行っていく予定である。

参考文献

- 1) <http://www.wbs.ne.jp/bt/yazaki-keiso/>
- 2) <http://www.datatec.co.jp/>
- 3) 野田宏治 ほか：自動車のアクセレーションノイズと交通事故に関する研究, 土木学会第50回年次学術講演集, pp.338-339, 1995.
- 4) 中山沖彦 ほか：運転者負荷定量化手法「ステアリングエントロピー法」の開発, 自動車技術会学術講演会前刷集, No.45-99, pp.5-8, 1995.
- 5) 東京大学教養学部統計学教室編：自然科学の統計学, 東京大学出版会, 1992.
- 6) 川上洋司 ほか：都市内交通環境の安全性評価における錯綜分析手法の適用製に関する研究, 土木学会第48回年次学術講演集, pp.562-563, 1993.