

人—車系の挙動の測定と管理

船津孝行*

急加速、急減速、急旋回を測定し、その回数を記録する車載測定器を開発し、タクシー6台に取り付け、それぞれ10,000km以上の走行距離での回数を記録した。その結果、それらの指標によって、各運転手の運転のなめらかさを等級づけ、またある運転手について問題となる運転動作を指摘することができた。運転動作をフィードバックした1名の運転手では、不安全な制御動作が急速に減少した。この指標を管理業務の中に編入する問題について論じた。

Measurement and Management of the Performance of Man-Machine System

Takayuki FUNATSU*

The apparatus for measuring and recording the fluency of driving due to sudden acceleration (over .3G), deceleration (over .4G) and centrifugal force (over .3G) has been developed. The apparatus was tested using six taxicabs, and the data of those drivers who drove more than ten thousand kilometers. Results show that one could to grade the fluency of driving between drivers, and to point out the unsafe driving behavior within a driver. One driver who had feedback about his driving performance has increased the fluency of driving in a short period. The problems to incorporate the procedure into the dialy management of drivers are discussed.

1. はじめに

車の事故は、輸送システムの異常なアウトプット（システム エラー）であると考えられることができる。ところでこの輸送システムは、道路環境、車、運転手から構成されているが、これらの3つの成分は、Chapanis¹⁾が統計の誤差法則の適用を意図したように並列的に存在しているものではなく、その順に入れ子式の構造 nesting assemblies (Barker)²⁾を有していることは、従来交通災害の研究者によって全く看過されてきた。環境の中に車があり、車の中に運転手がいるという素朴な事実を踏まえた研究は皆無であるといってもよい。事故は、このような入れ子式の構造の車と運転手の間ではなく、車と環境との界面において生起している現象である。安全運転管理者や運行管理者が事故を予測し、コントロールすることができるのは、ヒエラルキー構造のまましくこの水準なのである。この水準の上と下では、いずれの場合にもその効率著しく低下する。

たとえば、道路環境はその中を車—運転手という単位が移動するための媒質であり、図と地の関係における地または背景である。われわれの主たる関心

は図、すなわち車—運転手システムにある。またそれとは対照的に、いわゆる適性検査は、われわれの関心のある単位よりも低次のレベル、すなわち人—車系の中の人、あるいはそれよりもさらに低次の、人の心理的、生理的なレベルにおけるパフォーマンスにかかわっているものでしかない。事故は人—車系のパフォーマンスである。人システム、またはさらに低次の心理的、生理的なシステムのパフォーマンスから、人—車系という上位のシステムのパフォーマンスを予測することは、人—車系の構造と、Brunswik³⁾などが強調したように、代理機能を含めた全機能の生態学的妥当性が十分に理解されていない限り不可能である。事故を予測するためには、人—車系という単位のパフォーマンスに集中するのが正攻法である。

人—車系のパフォーマンスを問題にしようとする、われわれは不可避免的に実験室の人為的な条件を離れて、実際に道路を走行している車の挙動を取り扱うことになる。安全運転管理、運行管理という言葉は車の動きを管理することを示している。それにもかかわらず、これらの管理者はフィールドではなくデスクで、乗務していないときの運転手しか管理してはいない。運転手を管理するというのは労務管理であって、安全運転の管理ではない。

もっとも、従来もこの方向を指向する努力が全くなされていない訳ではない。たとえば、a)免許の実

*九州大学教授（心理学）
Professor, Kyushu Univ.
原稿受理 昭和52年9月9日

技試験やバス会社で行なっている教習車での訓練のように、同乗して実際の運転振りをチェックする、b)会社や業界単位での安全パトロール、c)反則キップ制度、d)近災害資料を収集して教育訓練に活用しようとする試みなどが、それに当るものである。しかしながら、このようないずれの方法も、ひとりひとりの運転行動の資料としては、そのサイズ、入手方法に難点があって、人-車系のパフォーマンスの尺度としては不十分である。

少なくともその当初の意図としては、ひとりひとりの運行状態をその全行程にわたって記録しようとしたものにタコグラフがある。しかしタコグラフによって得られる情報は、ハンドル時間、休息时间、平均運転速度などでしかなく、安全運転管理というよりは労務管理のためのものである。そこで、日常の安全運転管理に直接役立つような、人-車系のパフォーマンスの測定具の開発が、事故防止のために緊急かつ不可欠な要請であると考えられる。

ところで人-車系のアウトプットの異常としては種々のものが考えられるが、2次元面上を走行する車の場合には、それは基本的に速度制御と方向制御に関するものである。具体的には急加速、急減速、急旋回である。現に暴走族は、これらの不安定動作を故意にやっている。走行のスピードが問題になることは確かであるが、それはスピードメーターによって常時運転者に表示されており、またタコグラフの記録を通して管理者にもフィードバックされている。しかし低速であっても、急旋回や急減速が危険であることに変わりはない。上記の3つの不安定動作は、速度ではなく加速度に言及しているものである。

そのような現状の認識のもとに、フィールドにおける人-車系のアウトプットを計測し、それを記録・表示する新しい測定具を開発した。われわれは後に Biehl, B. et al⁴⁾が、同じように3つの急動作を光または音によって運転手にフィードバックすることによって、なめらかな運転が促進されたと述べていることを知ったが、まだオリジナルの文献を入手していない。また最近、イギリスの Brainchild 社が電子式運転者視装置を開発していることを知った⁵⁾この装置は、アイデアおよび意図においてわれわれのものと同様に似通ったものである。しかし説明書で見ると、より大型で急動作の合計度数だけしか記録していない。われわれの装置は、Biehl 社の他のような単なる訓練具ではなく、Brainchild 社の

ものように急動作の全数だけでなく、その内訳が明らかにされること、急動作を一定のG値で定義し管理に使用するように設計したこと、タコグラフとの連動が可能なこと（ここに報告するデータは、このような端子を有してはいないが）などの点で、これらとは異なるものである。しかし、独立して考えられた研究が、同様な方向を指向して幅狭していることは興味深い。この報告は、開発中のモデルIIを使ったフィールドのテストによって明らかにされた事実について述べるものである。

1-1 目的

急加速、急減速、急旋回という車の急激な動作を指標として、人-車系のパフォーマンスを測定・記録する装置を開発し、交通災害を研究するための敏感な規準測度を新しく構成し、かつその測度を用いる安全運転の管理システムを構成することが、この研究の目的である。

1-2 測定装置

矢崎総業の計器開発部と共同で開発中のセーフティ・カウンターのモデルIIを使用した。

この装置は、急加速(0.3G以上)、急減速(0.4G以上)、急旋回(0.4G以上)*を感知するセンサー部と、それぞれの急動作の回数を別々にカウントする3個の電磁カウンターからなるものである (Fig. 1)。

センサーは車のトランク内に設置し、カウンターは運転席の左前方、ダッシュボードのカーステレオ収納のための開口部に固定した。電源は車のバッテリーを使用した。モデルIIでは、カウンターのリセット機構はついていない。この測定装置の測定原理構造、妥当性、信頼性については別途に考察する。

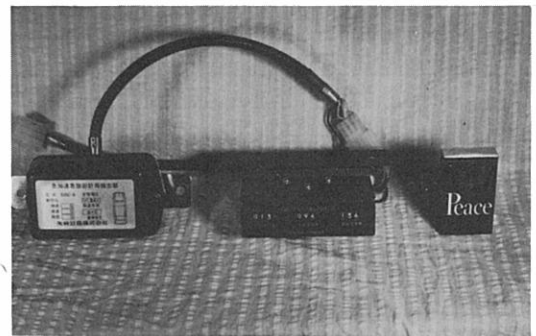


Fig.1 左側：急加減速および急旋回のセンサー
中央：カウンター
Left: Sensor of sudden acceleration or deceleration as well as centrifugal force
Middle: Counter

*これらのG値は、警察庁交通局運転免許課編：新しい運転免許試験の手引、全日本交通安全協会発行、昭和48年、によった。

Sでは3月下旬の2日間に、小さいがはっきりしたピークを描いている。

動作別のプロットを両図について比較すると、Nの緩やかな波は、3月では急加速と急旋回数が大きいこと、5月では急旋回数が大きいことによって構成され、Sでは急加速の比較的に大きな山が、3月下旬のピークを規定していることがわかる。

両運転手は同じ実験車をほぼ隔日に交替して運転しているの、これらの差異は天候や道路条件など

によるものとは考えられない。運転手の側の条件による変動であると考えなければならない。

2-3 顕在性、潜在性の急旋回型

Fig. 6、7は、Mタクシーの124号車を、3月から6月にわたってほぼ隔日に交替運転した、FとK運転手のパフォーマンスを示すものである。

両名の毎日の走行距離にはあまり差はないが、Fの合計指数はKよりもはるかに高い水準で、ジグザグに経過している。Fig. 6 の下図から明らかなよう

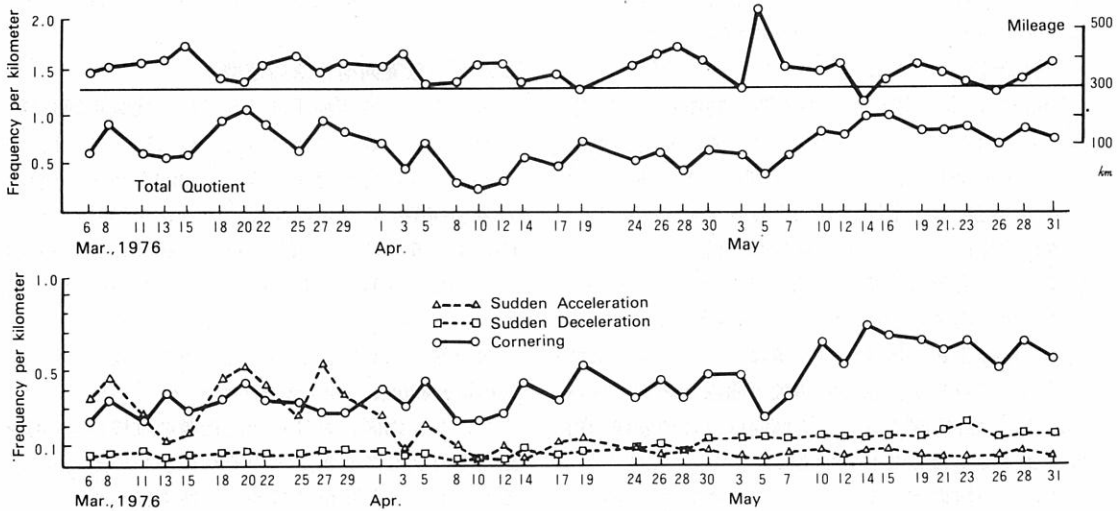


Fig.4 Driver N. (A-Taxi Co. Car-No.209-17)

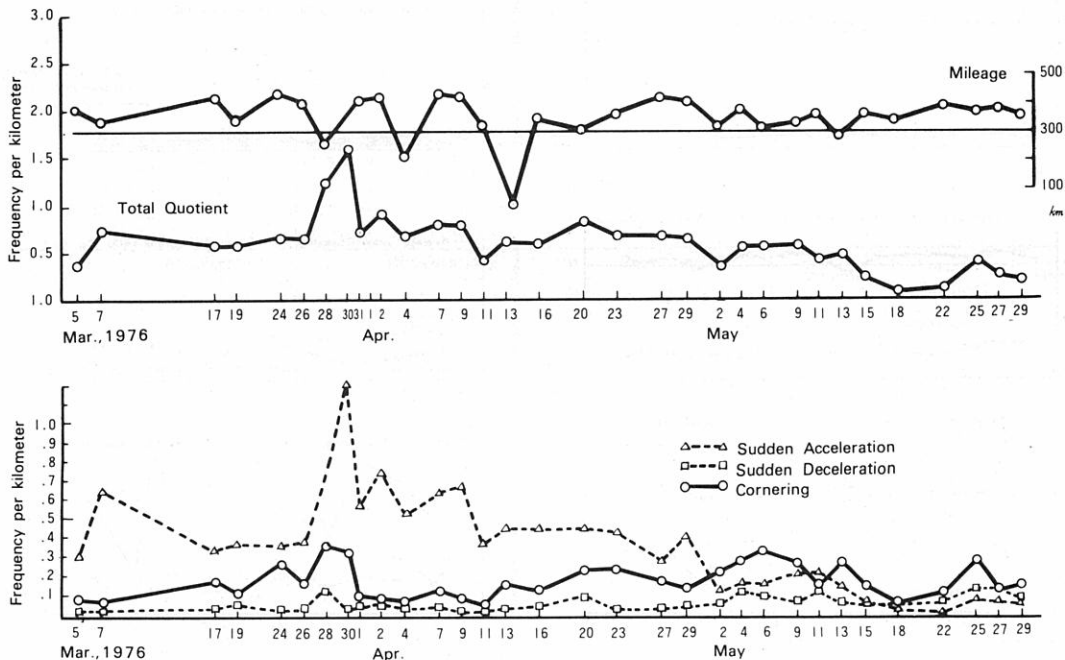


Fig.5 Driver S. (A-Taxi Co. Car-No.209-17)

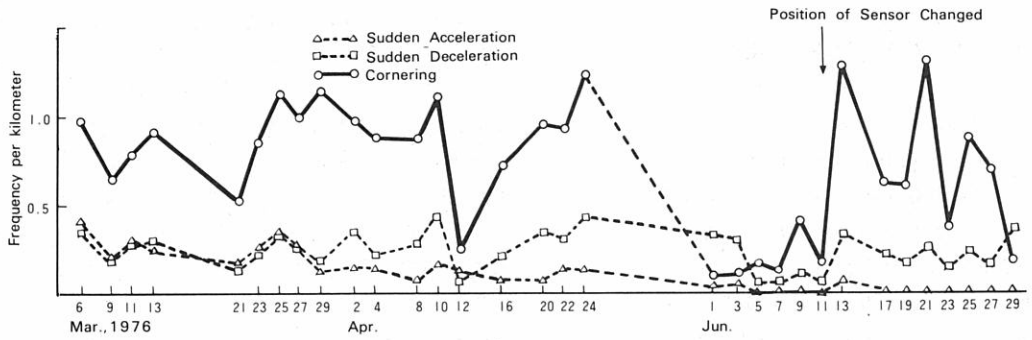
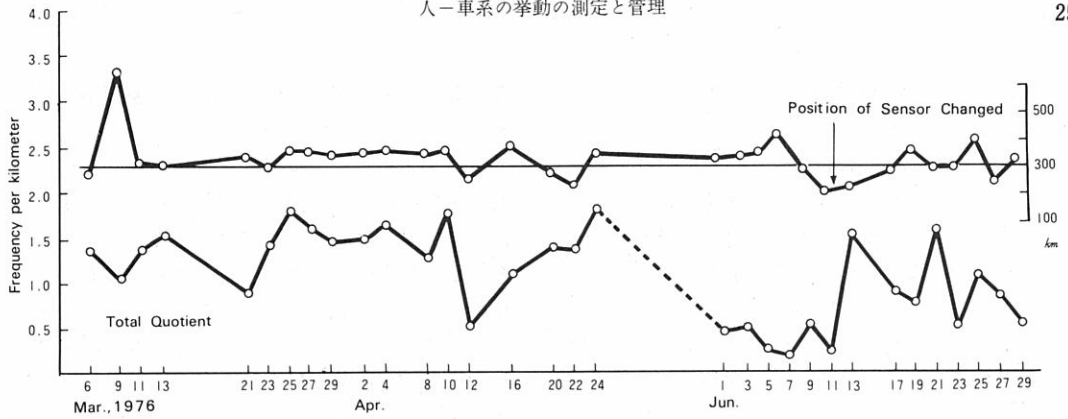


Fig.6 Driver F (M-Taxi Co. Car-No.124)

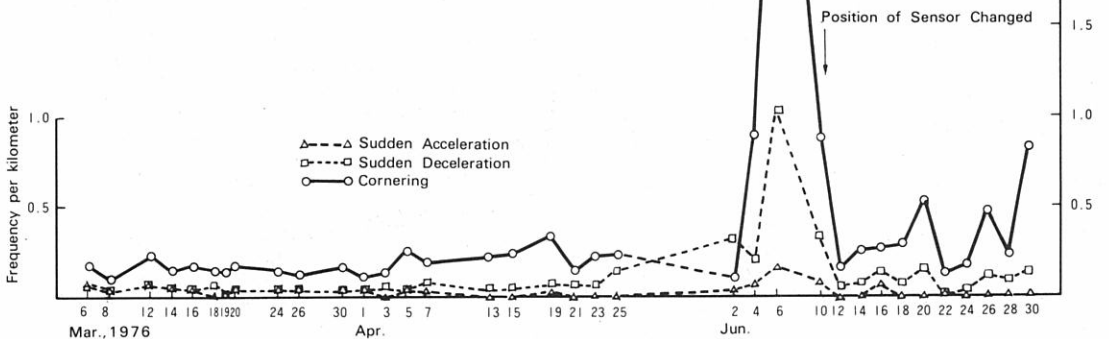
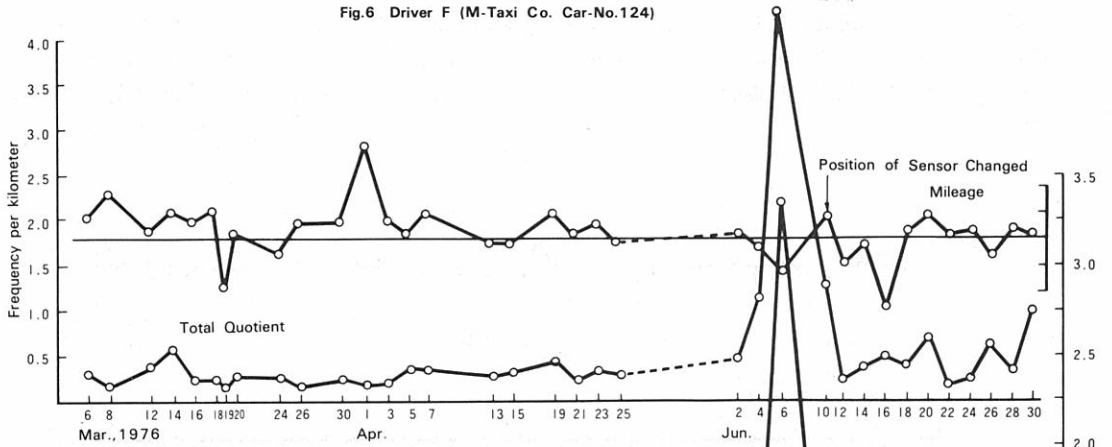


Fig.7 Driver K (M-Taxi Co. Car-No.124)

に、このことは急旋回動作の高い水準とジグザグ傾向によるものである。

それとは対照的に、Kの3、4月の合計指数は非常に低いが、6月初めの3日間に異常に高いピークを描いている。このピークもまた主として急旋回の一時的な増加によるものである。何かプライベートな悩みがあったようだ和管理者は述べている。われわれは研究のこの時点では、このような現象の背景要因を確かめるまでには至っていないが、われわれの指標は、事故と比べていっそう敏感な、情動の測定であることを示唆するものといえよう。

2-4 不安全動作の周期的な増大

Fig. 7 に示したK運転手の急旋回動作のピークは、極めて短期間のものであった。それとは対照的に、次のFig. 8、Fig. 9 a、bには、JタクシーのS、AタクシーのF運転手の、急旋回と急減速動作の約1ヵ月にわたる大きな山が示されている。

Fの全体指数に見られる3月の高いジグザグの山は、セーフティ・カウンターを設置した初期にしばしば認められるものである(Fig. 10a参照)。またSの全体指数(正確には急旋回指数)の推移には、周期性が存在しているように思われる。まえにも述べたように、このことは情動の周期的な変化との対応を示唆するものである。

2-5 フィードバックが存在した運転手における不安全動作の減少

これまでのデータは3~6月にわたるものであった。実際には、この調査は前年の12月に、J社の2台のタクシーに、セーフティ・カウンターのモデルを設置したときからスタートしたものであった。しかし、モデルIではカウンターにリセット機構がついており、もしそうしようと思えば、運転手は任意の時点で、表示された数字を零にリセットすることが可能であった。

これら兩名の12月、1月分のデータは、最初の部分で大きなジグザグを描きながら急激に低下した。モデルIIでの3、4月分のデータには、そのような傾向は全く存在しない(Fig. 2、3)。運転手がデータを操作した可能性を否定することができなかったため、データとして採用することを差し控えていた。しかし、その後のデータ(Fig. 4以下)でも、その程度の曲線の変化が存在しているので、改めて採用することにした。

Fig. 10 a、bは、これまでと同じように全体指数と個別指数を別々に示している。期間が長いので全体指数はFig. 10 aに、個別指数は10bにプロットした。Fig. 10 aから明らかなように、全体指数は初期の比較的大きなジグザグの山の後に次第に低下し、3

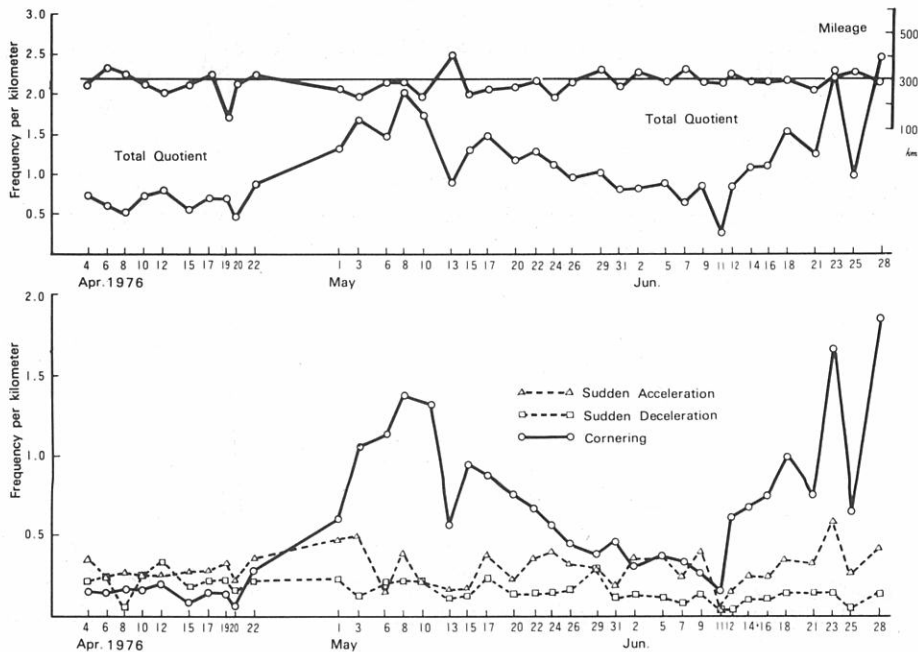


Fig.8 Driver S (J-Taxi Co. Car-No.265)

月以降はほぼ一定の水準で安定している。

このような曲線の低下傾向は、これまでのデータには存在しなかったものである。そのような差が生じた唯一の原因と思われることは、この運転手は毎日零にセットされたカウンターでスタートし、運転中または終業時に、当日の自分の急動作数をフィードバックされていたということである。毎日の走行距離はおよそ一定しているので、度数の変化は不安全運転のレベルを示すことになる。この運転手の場合にも、管理者から特別にフィードバックはしていない。

なお、同時にスタートした他の1名の場合にも、12、1、2月の曲線は同様な経過を辿ったが、彼は3月以降に実験車に乗務していないので省略する。

2-6 結果の要約

この研究は、フィールドにおける自然観察的な研究によって、a)急加速、急減速、急旋回の指数を用いて、人一車系のパフォーマンスを安全の観点から等級づけられるという仮説を検証すること、b)その際必要な測定具として、現在開発を進めているセーフティ・カウンターの問題点を摘発すること、という2つの目的で行なったものである。

主として昭和51年3月～6月（一部は50年12月～51年6月）にわたる期間内に、それぞれ1万km以上にわたって営業運転した6台のタクシーのデータから、次のような事実が明らかになった。

セーフティ・カウンターのモデルIIとその測定資料を用いて：

- a)各運転手のスムーズな運転ぶりを等級づけることが可能である。
- b)ある運転手について、とくに問題となる運転動作を指摘することができる。
- c)問題となる運転動作のパターンには、急加速、急減速、急旋回のすべてのタイプがある。
- d)ある安全運転の水準で比較的安定した曲線の

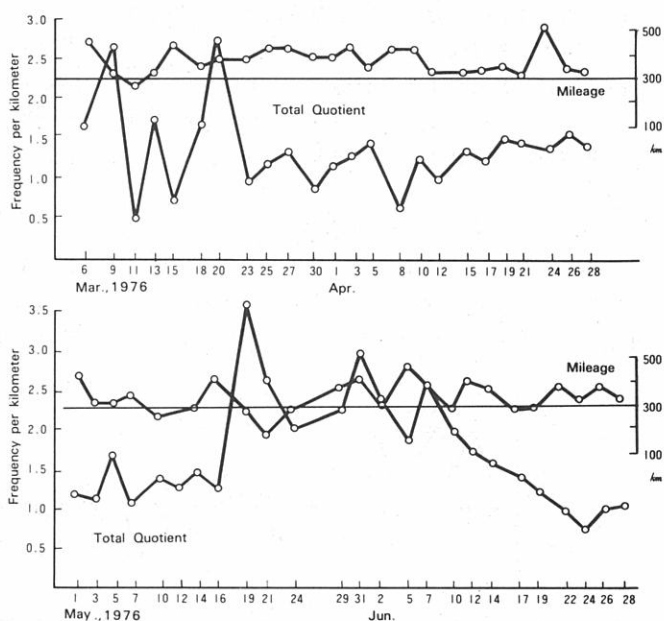


Fig.9a Driver F (A-Taxi Co. Car-No.205-13)

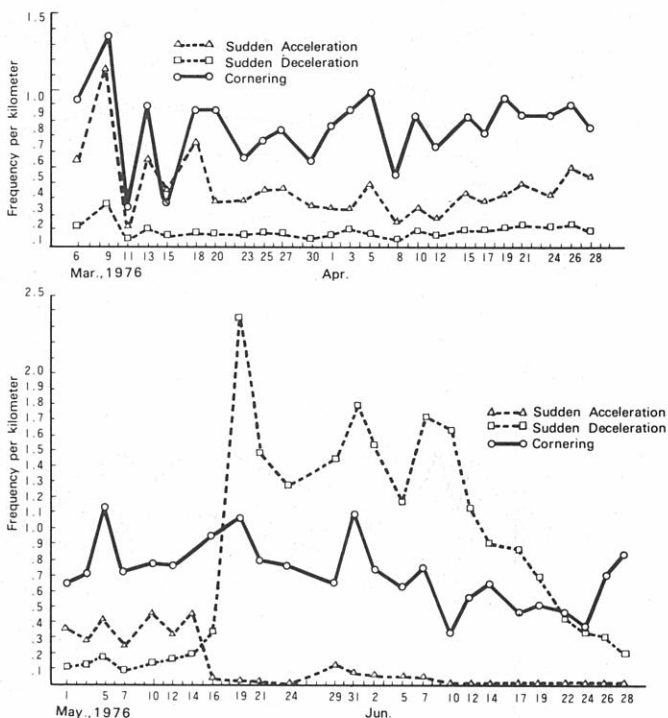


Fig.9b Driver F (A-Taxi Co. Car-No.205-13)

経過を辿る運転手がいる反面には、数日または1カ月といった期間だけ不安全動作が増大する者もいる。

- e)一部の運転手には、不安全な運転動作が周期的に増大する傾向が認められる。
- f)7ヵ月にわたる1名の記録では、運転動作に関してある程度のフィードバックが存在したこの期間中に、成績の著しい向上(曲線の低下)が認められた。

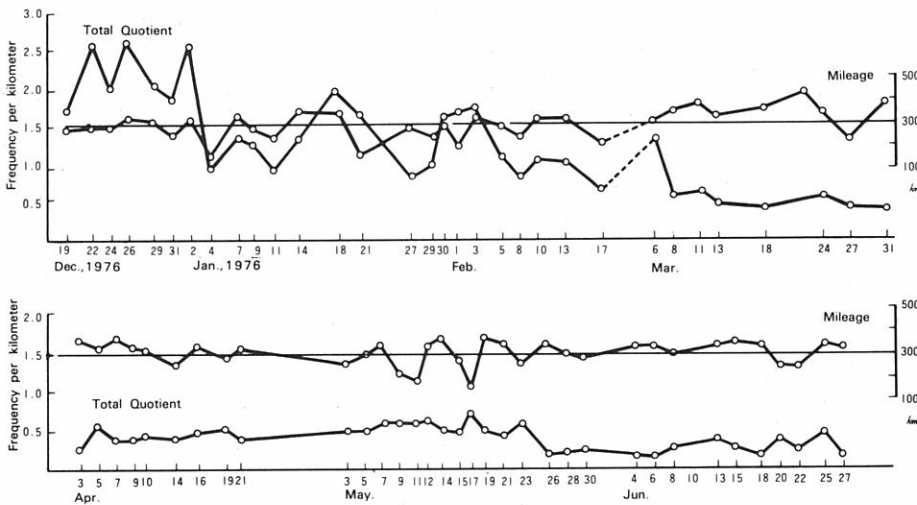
このような結果は、少数の運転手のフィールドにおけるケースワークによって得られたもので、現在までのところでは、運転手母集団についての量的な推定を許すものではない。また、この間に、これら

の運転手には1件の事故も生じなかったので、安全運転の水準やパターンと事故との相関についての経験的な証拠は得られてはいない。しかし、得られた結果は、われわれの仮説を裏付ける方向のものである。

3. 残された問題点と検討中の課題

3-1 測定具の妥当性、信頼性

われわれのセーフティ・カウンターのモデルI、IIは、車が水平面を走行するということを前提にし



* T-here was some amount of feedback to Driver K about his performance, because he started every day after reset the Counter.

Fig.10a Driver K* (J-Taxi Co. Corona-1600, Car-No.209-17)

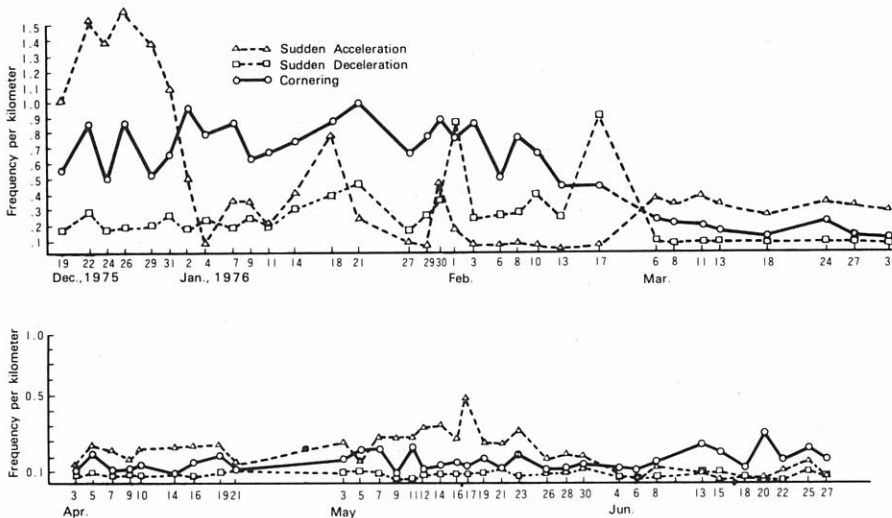


Fig.10b Driver K (J-Taxi Co. Corona-1600, Car-No.209-17)

たものである。従って坂道や車の傾きによって、感度にある程度の差異が生じる。Gセンサーを使っている限り、この誤差を消去するには重力以外の力、たとえばジャイロ等を使用して、センサーを水平に維持する以外に方法はない。しかし、それでは価格、保守などの点で車載機器としての実用性はない。誤差を実用的な許容限界内に抑え、しかもリーズナブルな価格内に納めるといことは、技術的には仲々の難題である。しかしながら、われわれはすでに、モデルⅢにおいてこの問題に対する妥協案を実現し、現在すでに試験的に走行テストを行なっている。

この報告に提示したデータ中には当然この誤差が含まれているが、このデータで見ると、その誤差はどの運転手にも一様に含まれていると仮定されるので、これまでに述べた発見の信頼性をそれ程に大きく損なうものではない。⁹⁾

3-2 得点の標準化

標準的な測定具が開発されたとして、次の問題は多数の標本について、得点を標準化することである。すでにセーフティ・カウンターのモデルⅡによって、個体間のランク付けが可能なのが判明している(Table 1)ので、このことに原理的な困難は存在しない。現在、市乗協の200台のタクシーが、モデルⅢを使って走行中である。

3-3 不安全指数の水準ならびにパターンと災害との相関

この調査ではサンプル数の小さいこともあって、実験車に災害は全く生じなかった。従って、指数に大きな個体差があることは証明できたが、指数の大きいことが災害に罹り易く、小さいことが安全であるという仮説は経験的に証明することはできなかった。

またこの調査で、急加速型、急減速型、急旋回型などのパターンが、ある期間内に存在していることも判明した。しかし、どのパターンと災害との相関が高いかといった危険度や、各パターンの相対的な分布などは解明されていない。

3-4 セーフティ・カウンターを使用する安全運転管理組織

セーフティ・カウンターを使用すれば、個々の運転手の毎日の運転ぶりをモニターできることが判明した。しかし、それがいかに有効なものであろうと、運転手の自己管理や、運行管理者の日常の安全運転管理の中に、うまく編入できないようなものであるならば、実用的な価値はない。

われわれは現在、セーフティ・カウンターを使用する『安全運転管理マニュアル』を作成し、この新しい管理体制の有効性や、それに要する事務負荷、運転手に対する成績をどのようにフィードバックするかなどの問題について、福岡市乗協所属のタクシー会社について検討している。

3-5 運転手への情報のフィードバック

Fig. 10 a, b に示されているように、われわれの安全運転管理方式では、不安全動作についての的確な情報が運転手にフィードバックされるならば、管理者が特別に矯正、指示するまでもなく、彼自身がそれを改めていくことが仮定されている。管理者の指導、助言があれば、その効果はいっそう促進されるであろう。

そのためには運転手に直接に、さらに管理者を通して間接的に、また時間的には不安全動作の直後に、さらに時間を置いて反復して、情報がフィードバックされることが望ましい。フィードバックのチャンネルが多重であるほど、また反復して遅延フィードバックがかかるほど、その効果は確実なものとなるであろう。日常の管理業務の中で、どの程度のフィードバックのチャンネルを使用すればよいかということが残された検討課題のひとつである。

3-5 対応する診断、治療システムの構成

ある運転手の不安全指数が高い場合に、それぞれの指数が一様に高い場合と、特定の不安全動作の指数が他のものに比べて著しく高く、それが全体指数を引き上げている場合とがある。そのようなそれぞれのケースに対応する診断、治療システムが構成されなければならない。

従来、このような場合には直ちに、いわゆる適性検査といったものを使用することを考えるのが普通である。フィールドを重視するわれわれの観点からは、それに先立って運転環境、時間などのデータが必要である。現在テスト中のセーフティ・カウンターのモデルⅢでは、急動作数をタコグラフに同時記録することができるようにしている。

タコグラフの同時記録と運転日誌を対照させることによって、急動作が多発した時間、場所等が判明する。このタコグラフへの同時記録は、いわゆる運転疲労の問題への新しいアプローチを可能にするものである。

われわれのアプローチは、スタートしたばかりで、現在までのところは、解明された問題よりも残された問題の方が多い。しかし、ここに掲げた課題の幾

つかについては、すでに研究が進行中であることを
付言しておこう。

参考文献

- 1) Chapanis, A. : Theory and methods for analyzing errors in man-machine systems. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 51, No. 6, pp. 1179-1203, 1949.
- 2) Barker, R. G. : On the nature of the environment. *J. soc. Issues*, 19 (4), pp. 17-38, 1963.
- 3) Brunswik, E. : The conceptual framework of psychology. *International Encyclopedia of Unified Science* Vol. 1. No. 10, The University of Chicago Press, 1952. (船津孝行訳：心理学の枠組, 誠信書房, 1974)
- 4) Biehl, B., et al. : The measurement of fluency of driving. *Kleine Fachbuchreihe, Kuratorium für Verkehrssicherheit, Vienna*, No. 7, pp. 61-66, 1969.
- 5) Brainchild (Innovation Services) Limited : Electronic "critic" checks your driving. 世界の防災機器・装置, pp. 42-43, 新技術開発研究会, 1977.
- 6) 船津孝行 : 安全運転管理への新しいアプローチ, 一予備的な考察一, 哲学年報(九大) Vol. 36, pp. 1-43, 1977.