

平成25年度自動車安全運転センター 交通安全等に関する調査研究報告書

# 「事業用自動車用運転行動モニタ設計のための の安全意識計測」

平成26年3月

株式会社 ATR-SenseTech

## 目次

I. 研究の目的と計画	
1. 研究の目的と全体の流れ	3
2. 研究の視点と方法	3
3. 研究の計画	4
II. 研究の方法	
1. 計測の方法	6
1. 1. 対象の動作とセンサ	6
1. 2. センサ諸元および計測諸量と精度	7
1. 3. 計測諸量と動作の対応	8
1. 4. コースおよび地点の設定	9
2. 一般の公道での実験	9
2. 1. 道路環境条件の設定と交差点	9
2. 2. 運転者の範囲	11
2. 3. 走行実験の手順	12
3. 中央研修所模擬市街地コースでの実験	12
3. 1. 実験の対象設定	13
3. 2. 実験のコース	13
4. 計測量と解析の流れ	14
III. 研究結果と検討	
1. 一般公道での計測結果と考察	17
1. 1. 標準項目での比較	17
1. 1. 1. 標準項目評価それぞれへの業務経験年数の影響	18
1. 1. 2. 標準項目評価の間の相関と業務経験年数の影響	21
1. 1. 3. 繰り返し走行による評価提示効果と業務経験年数	28
1. 2. 潜在要素での比較	36
1. 2. 1. 潜在要素計測値の評価結果提示による変化	37
1. 2. 2. 運転者の評価結果得点と潜在要素との相関	38
2. 中央研修所コースでの計測結果と考察	41
2. 1. 複数回走行の比較：“慣れ”の効果	41
2. 2. 見通しの変化による行動変化	42
IV. まとめと今後の展望	
引用文献	45

# I. 研究の目的と計画

## 1. 研究の目的と全体の流れ

近年の技術進歩により、自動車自体の安全性能が着実に向上しつつあり、今後にわたってとくに事故の被害を最小化する技術、運転の自動化を進める技術がさらに進むものと思われる。また、道路環境の整備についても継続して投資が行われている。実際に交通事故による死者数は減少の一途にあるが、一方で交通流量あたりの交通事故被害額や事故数は横ばいの状態にある。上記のとおり自動車側の技術的改善については、高度な技術の投入と着実な努力が行われているが、その一方で事故のもう一方の主要因である運転者側のヒューマンエラーについては、最近の大きな事故でのうっかり事故や漫然運転などで見られるように、さらに改善の余地があるものと思われる。当社における研究開発方向として、交通事故に対する最大要因のうちのひとつであるヒューマンエラーに着目する。現在これに対する従来の事故防止手法が定性的、あるいは個別事象の指摘などによる教育を中心におこなわれており、運転者への働きかけやその効果がかならずしも客観的な方法でおこなわれないなど、明確な指標を持ち得ていない状況に対処するために、当社は運転者行動の定量化、客観化を進めることを志向している。この活動の基盤は、教習所の協力のもとに国際電気通信基礎技術研究所において開発された運転技能評価システムの考え方と実利用にあるが、このシステムは当該研究所の多田研究員（当時、現近畿大学情報工学部）を中心とするグループにより進められた研究の成果として2008年に開発が完了し、当社において製品化したものである。

本研究では、この視点と手法を前提としたうえで、運転業務に従事する運転者特有の運転技能特性をさらに深く分析し、業務用自動車を運転中の運転者に対して自動的にアドバイスするシステムの開発の基盤技術のうち、アドバイスの効果的な提供手法に関する知見を構築するものである。

## 2. 研究の視点と方法

本研究ではヒューマンエラーそのものではなく、これを引き起こす要因に着目した。すなわち、事故直前のブレーキングやハンドル操作などの事故回避行動ではなく、それ以前の危険認知、あるいはそれ以前にあるべき危険認知のための警戒意識を運転中の行動（仕草）から抽出することを出発点とする。このような“意識”にかかわる計測の場合、計測条件としては実走行の緊張とできるだけ近い緊張を要求する条件が望ましく、このために計測データ取得は公道上の運転走行を基本とする。

運転者サイドの運転行動を実時間で定量的に計測するために、運転行動計測にチューニングして開発した軽量小型センサを身体（頭部、足先部）に装着した公道上の走行により運転行動を定量計測し、記録されたデータの解析により着目した交差点周辺の道路環境（たとえば見通しの悪い交差点や一時停止点など）と行動意図（右左折など）のもとで必要な動作を行ったかどうか、を判定する。

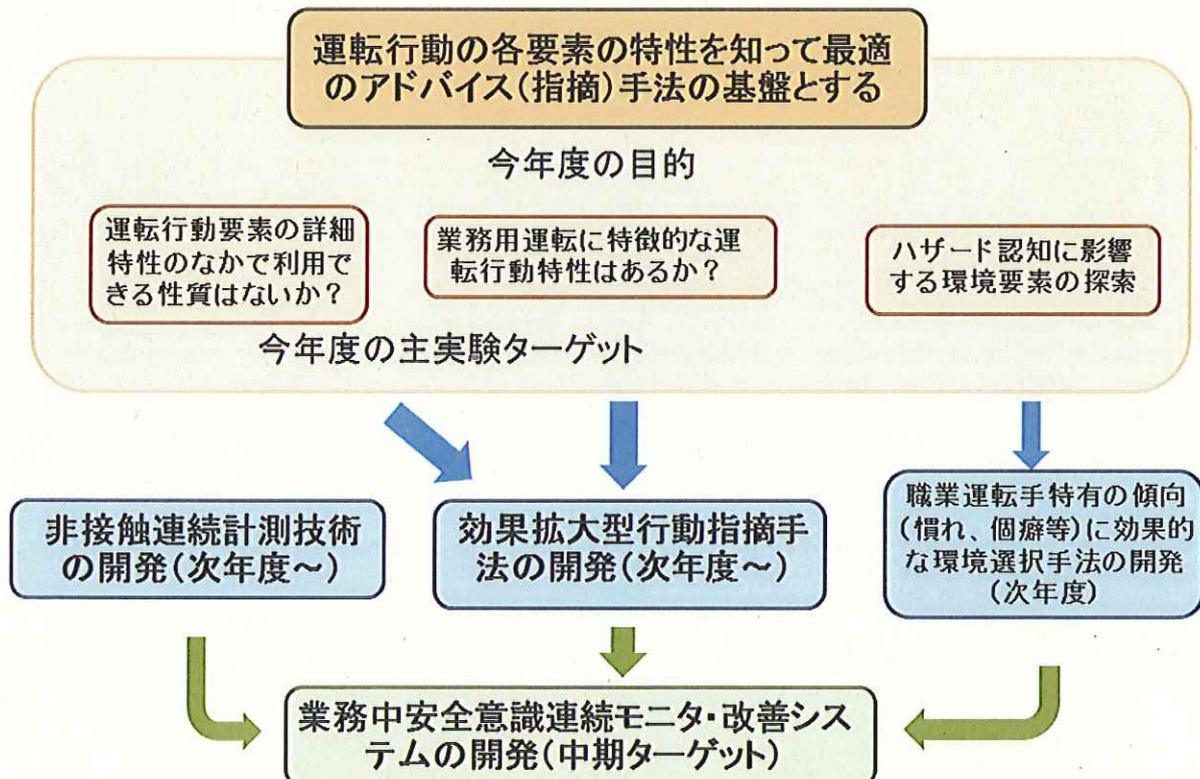
ただし、ランダムに通行する歩行者や他車両が排除されている実験用コースでの走行の場合は、運転者の緊張がゆるみ、いわゆる“わざと運転”が行われるという指摘が従来から多々

なされており、上記の着目点はこのような“わざと運転”に脆弱であることが推測されるとともに、我々もそれを示唆するデータを計測したことがあった。今回の計画でも実験用コースを使用する場合があります、一部それを意識した実験をおこなった。

### 3. 研究の計画

全体の目標としては、業務用車両における業務運転中においてリアルタイムで運転アドバイスを効果的に行うことによって事故防止に向けた支援を行うシステムの技術を開発することである。現在我々の有しているシステムは、運転行動の定量計測と自動評価を行える点で効果的なアドバイスを行うことができるが、走行後において走行の様子と評価を表示することによる自己の運転行動理解というプロセスを想定しており、研修や講習に適しているが、実際の業務運転中でのリアルタイムでのサービス使用することはできない。このため必要な主要技術として、①行動センシングのリアルタイム化、非接触化 ②リアルタイム時の限定的時間で必要な効果拡大型行動指摘手法 ③業務用運転に適合した評価地点・環境選択技術の3つがあげられる。このなかで、今年度の研究としては②の効果拡大型行動指摘手法を、特に業務用運転に適した内容に特化させて構築するための運転行動に関する基盤的知見を得ることを目的とする。下に概念図を示す。

## 研究全体の流れ



## 今年度の計画

上記②の効果拡大型行動指摘手法を開発するための課題として、

(a) 現在一般向けに構成されている個別の指摘が事業用運転に最適かどうか。

(b) 各指摘の平板かつ全面的な指摘の羅列で安全運転促進効果が十分にあげられるか。

の二つが主要な問題となる。特に(b)については、リアルタイムでの走行中においては、限られた時間、タイミングで効果的な指摘によるものでなければ、効果はおろか安全な運転にも影響しかねない問題である。

このため今年度は、

- ① それぞれの運転行動の要素（確認角度、時間幅、タイミングなど）それぞれが業務運転の経験者の経験歴と関連した変化をおこしているかどうか。
- ② 各運転行動要素の間で何らかの連関をもって変動しているか。
- ③ 自己の運転行動の提示を受け、自己イメージとのずれを発見することにより起こる変化についても、上記の経験歴の影響、あるいは要素間の相互連関が見出すことができるかどうか。
- ④ 次年度以降に行う上記③の評価地点・環境選択技術開発の準備として、固定されたコースでの“慣れ”や“わざと運転”の見極め、および視野の障害（見通しの悪さ）の有無による行動変化についての予備的調査。

の4点についての計測・分析をそれぞれ行い、所期の課題に対する対応方策の基盤的知見を得ることとした。

## II. 研究の方法

本研究は、自動車走行中の事故の防止を目的として危険遭遇以前の危険探索のための運転者の警戒意識の推移と程度を検出し、その最適なあり方とこれからの逸脱を判定し、運転者への提示などの方法で事故可能性を減少させる技術の開発の一環として進めている。したがって、その具体的な計測対象としては、運転者の行動であり、特に事故可能性の発見に直結する行動（身体の動き）を検出して分析することとなる。また、運転行動の適切さの判定のためには、時々刻々変化する走行状況に対応する事故可能性に適時に対応した動作であるかどうか、が死活的に重要であるため、道路環境（交差点、見通し、右左折行動など）を知るための地理的位置情報、身体の各所の動き、車両の動き（速度、方向変化）など所定の情報が同期されていることが本質的に必要である。

### 1. 計測の方法

#### 1. 1. 対象の動作とセンサ

頭部および足先の動きをこれらに固定したモーションセンサにより計測し、さらに車両にも同じセンサを固定して車両の動きを計測する。頭部センサでは回転角速度を用いて左右確認の様相を計測し、足先センサではやはり回転角速度を用いてペダル踏みかえのタイミングを判定するが、トラックのオルガン式ペダルや個人のくせなどによる足先の左右平行移動を検出するため並進加速度データも使用する。

センサの固定方法：

頭部：帽子のつばにマジックテープで固定し、運転者が帽子を着用する。

足部：足甲の周囲にゴム伸縮ができる布テープを巻き付け、これにセンサをマジックテープで固定装着する。

これら固定方法については、運転中の安全性（はずれ、ひっかかりなど）、運転への影響（運転しにくさ、気になる、など）を繰り返し検定・確認したうえで最適の方法として採用した。サイズが小さく（）、軽量（）であるため、形態的、あるいは重みによる運転への影響はまったく見られなかった。マジックテープによる固定では、高周波数領域の機械振動雑音を排除する一方で、必要な周波数領域（25 Hz 以下）での信号抑圧などのフィルタリング効果はみられなかった。

これら計測は GPS 信号からの標準時刻（UTC）により同期されている。

これらセンサでは3軸の角速度および3軸の並進加速度合計6軸の動作量を計測する。運転時の同期計測では、車両に固定したセンサが、ケーブルで接続された GPS センサからの時刻情報を元に、計測（データ蓄積）を開始するとともに、頭/足に固定したセンサに対して開始信号を無線で発信する。この同期信号を受信した頭/足固定のセンサそれぞれは受信信号内の時刻情報とともに計測諸量を内部メモリへの蓄積を開始する。これら

3 センサの蓄積情報は時刻情報によって同期されており、時刻情報の周波数は GPS センサによって規定されて 1 Hz であり、各動作量のサンプリング周波数は 2.5 Hz である。

#### 1. 2. センサ諸元および計測諸量と精度

頭固定および足先固定のモーションセンサは同一のものを使用し、車両固定のセンサはモーション検出部・内部記録機能については前二者と同一の性能を持つ。これに加えた機能として、車両センサについては GPS センサ接続および GPS データ取得、時刻同期信号発信機能をもち、他二者は時刻同期信号受信機能を持つ。センサの諸元は以下のとおりである。

物理諸元：

頭/足固定センサ

サイズ；45×14×45 (W×D×H:mm)

重量；25gr

車両固定センサ

サイズ；45×21×45 (W×D×H:mm)

重量；34gr

モーション検出：

回転検出（角速度を検出）

回転軸；X, Y, Z の 3 軸独立検出

検出精度；0.1dps

最大検出角速度；1500dps (Z 軸), 500dps (X, Y 軸)

温度ドリフト；0.01%/°C

並進移動検出（並進加速度を検出）

並進軸；X, Y, Z の 3 軸独立検出

検出精度；2mG/digit

計測範囲；±4 G

周波数帯域；39.5 Hz 以下

サンプリング；2.5 Hz

時刻同期；2.4GHz 微弱電波使用（車両固定センサ発信）

検出距離；3 m以内

送信；車両固定機側からの一方向発信（時刻情報送信）

バッテリーの持続時間；5 時間（標準）

メモリ容量；2 ギガバイト(各センサ内最大格納容量)

#### 1. 3. 計測諸量と動作の対応

計測の基盤となる視点は前節に述べたとおり、であり、計測する運転者の動作は具体的に、①確認動作を表す頭部の左右回転 ②警戒意識

を（間接的に）表す右足のペダル踏みかえ動作を示す足先の回転または左右移動の2つの動作を計測する。（文献、多田）①は危険要素の探索行動とほぼ一対一に対応しているかどうかについて「視線の動きで追随しているので頭の動きは必ずしも対応しない」という俗説的意見がよく見られるが、サイドミラー確認など、ある程度以上の角度を必要とする確認動作については、公道上の対応実験などにより実際の確認と頭部の左右回転とは定量的にも対応付けすることが可能であることが実証されている。[2]②については、危険に遭遇した後でのブレーキペダルの踏み込みや加速時のアクセルペダルの踏み込みではなく、危険可能性を意識した際の予備行動としての（アクセル/ブレーキペダル間の）構えの変化を検出する。

#### ・計測データ諸量の保存とファイル形式

走行開始時の主センサへの開始操作によりセンサ間の同期が自動的におこなわれ、各センサ内部のメモリへの各計測データのロギングが開始される。この際 GPS 信号からの標準時情報を時刻ラベルに用いる。走行終了時にやはり主センサへの終了操作によりすべてのセンサのロギングが終了し、各センサのメモリには1走行に対応したデータファイルのセットが保存される。各センサ内のファイル群は走行終了後に USB ケーブルを介して PC に読み込む。

記録されたファイル群の形式、内容は以下の要領で保存されている。

- ①標準時刻をふくむGPS情報ファイル（テキストファイル）
- ②車両センサ、頭固定センサ、足固定センサそれぞれの X, Y, Z 軸回りの回転角速度および X, Y, Z 軸方向の並進加速度情報が各センサそれぞれの CSV ファイルに保存
- ③同期開始を受けた頭、足固定センサの計測データそれぞれに GPS 情報からの標準時刻がラベリング
- ④すべての計測で同期開始時から同期終了時までの期間データが独立ファイルに保存

#### 1. 4. コースおよび地点の設定

運転行動の評価は、交差点周辺での道路環境のもとで適切な行動をとっているかどうかによって行っている。したがって、計測・評価の単位としては、公道上に一定数の標準的な交差点を選び、それらを結ぶコースを走行することを一走行とし、一走行内のそれぞれの交差点周辺の運転行動の分析と評価を行う。対向車や通行人の有無などの各地点での条件の違いによる偏りの少ない計測をおこなうためには、10点程度あるいはそれ

以上の地点を通過し、それぞれでの行動評価の値を平均化する必要がある。また、右折、左折など走行の形態に伴う偏りを排除するために、コース内に設定する地点の組み合わせは右折、左折、直進を混在させる。

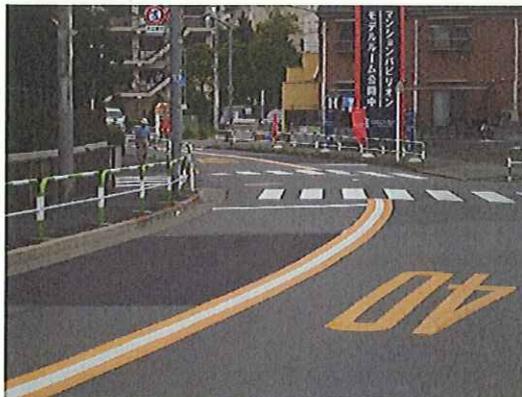
ここで“標準的な交差点”とは通常の走行で確認行動などを必要とする交差点であって、例外的な交差形状（たとえば5差路以上の交差や急角度の交差など）や危険を感じにくい程度の広い見晴らしを持つ交差点などは、評価基準で前提とした道路環境と大きく異なるため選ばない。

## 2. 一般公道での実験

### 2. 1. 道路環境条件の設定と交差点

今回の研究では、協力企業の業務実施の条件により、東京都北区周辺の地域内の20地点を選び、その組み合わせとしての4コースを用いて走行計測をおこなった。各コースは9～12地点をふくみ、右折、左折、直進、一時停止を混在させて組み合わせた。1走行の走行時間は10～20分程度となった。走行には普通乗用車を使用した。

・以下に代表的な交差点の例について現場の写真を示す。



生活道路、十字路、左折



生活道路、十字路、右折、一時停止



幹線道路信号あり、十字路、左折



幹線道路信号あり、十字路、右折



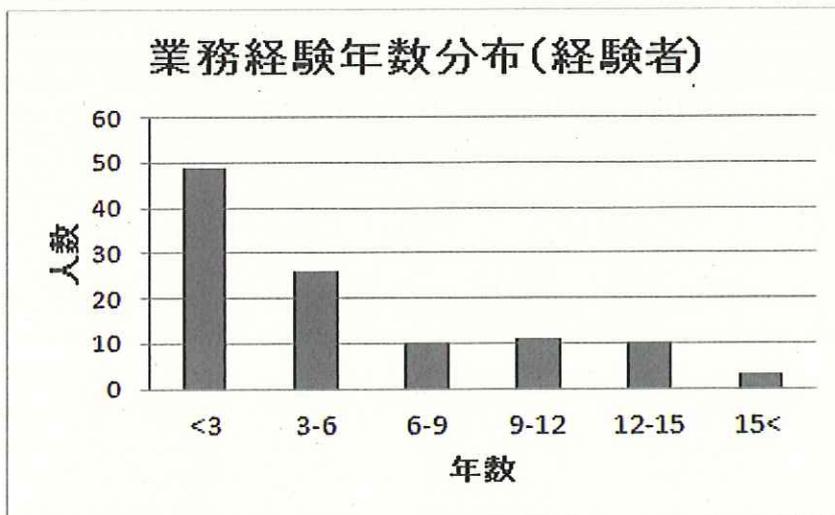
生活道路、右側T字、直進、20km/h

生活道路、十字路、直進、一時停止

上に見られる例のような市街地あるいは住宅地内の見通しのききにくい交差点を選んだ。

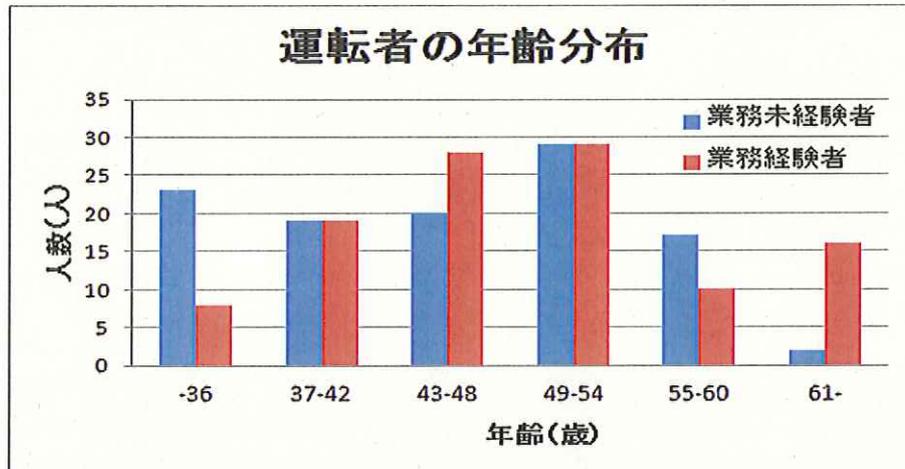
## 2. 2. 運転者の範囲

乗客輸送を業とする東京都内企業の所属職員のうち、職業運転手を志望しているが研修中あるいは直後の業務未経験者のグループと営業運転の経験者のグループの2グループを計測の対象とした。前者のグループの年齢範囲は21歳から63歳までの男女運転手359名(618走行)からなり、すべて一種免許での運転経験と職業運転手の志望を有している。前者の年齢範囲は21歳から63歳まで、後者の年齢範囲は27歳から66歳までの男女運転手54名(108走行)で、後者の職業運転手としての経験は1月から16.7年までの範囲にある。下にその経験年数分布を示す。



本研究で計測する運転行動量を用いることにより、運転者の行動特性が年齢によっ

で異なることが、多田ら[3]によって示されている。このため、今回の計測対象者の年齢構成を調べると以下ようになる。

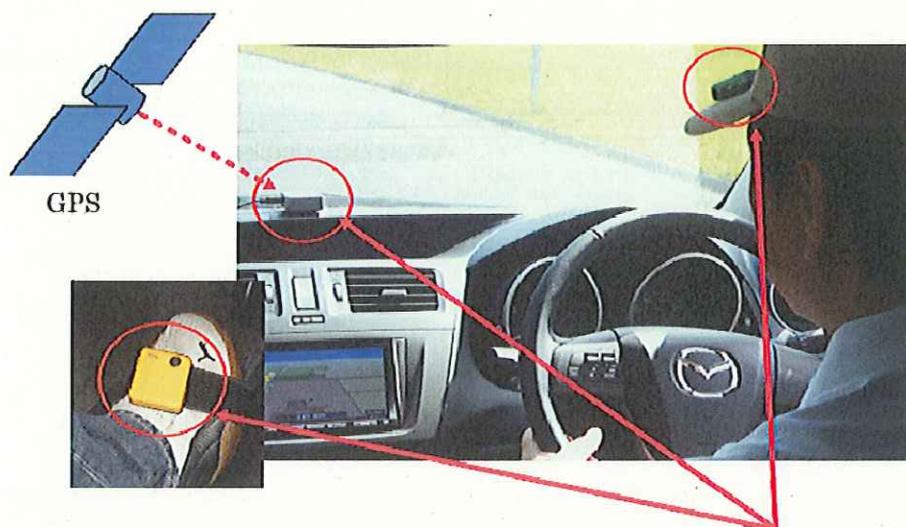


ここで、40歳代を中心とした分布としては業務経験者・未経験者の間で差はないが、36歳以下および61歳以上の範囲で異なっており、この範囲では業務経験者のほうが高齢にシフトしている。この違いによる年齢効果の今回の分析に対する影響の可能性を検証するために、一部の分析についてサンプル数を制限することにより年齢分布を一致させた修正データグループで置き換えて再解析したところ、結果に変動はみられなかったため、この年齢分布差異は本研究の結果に影響しないと判断した。

### 2. 3. 走行実験の手順

・公道現場での実験手順は以下のとおりである。

- ①コース開始点に停車し、運転者はつばにセンサを固定した野球帽を被るとともに、足先甲部に伸縮テープでセンサを固定する。
- ②車両固定センサに接続したGPSセンサの受信開始後、車両固定センサの開始ボタンにより、3センサの同期による計測・記録を開始する。
- ③走行を開始し、コースを走行する。走行時には原則として運転者のみが乗車し、すべて自分の判断で運転行動をおこなう。走行終了時には車両固定センサボタンにより全センサの計測終了を同期しておこなう。一部の運転者では、走行→評価結果の解説→再度同一コースの走行、という手順でおこなった。それ以外では1回の走行と評価のみである。
- ④車両および身体装着センサのすべてを身体から取り外し、解析用PCに接続してセンサ内に保存された計測データのコピー（移動）および解析・評価をおこなう。解析・評価に要する時間は1走行あたり10~20秒程度であった。



頭、足、車両へのモーションセンサの固定

### 3. 中央研修所模擬市街地コースでの実験

#### 3. 1. 実験の対象と設定

運転者：職業運転手14名、男性10名、女性4名

年齢：33～68歳（平均48.7歳）

業務運転歴：3～45年（平均19.5年）

業種：主に貨物運送

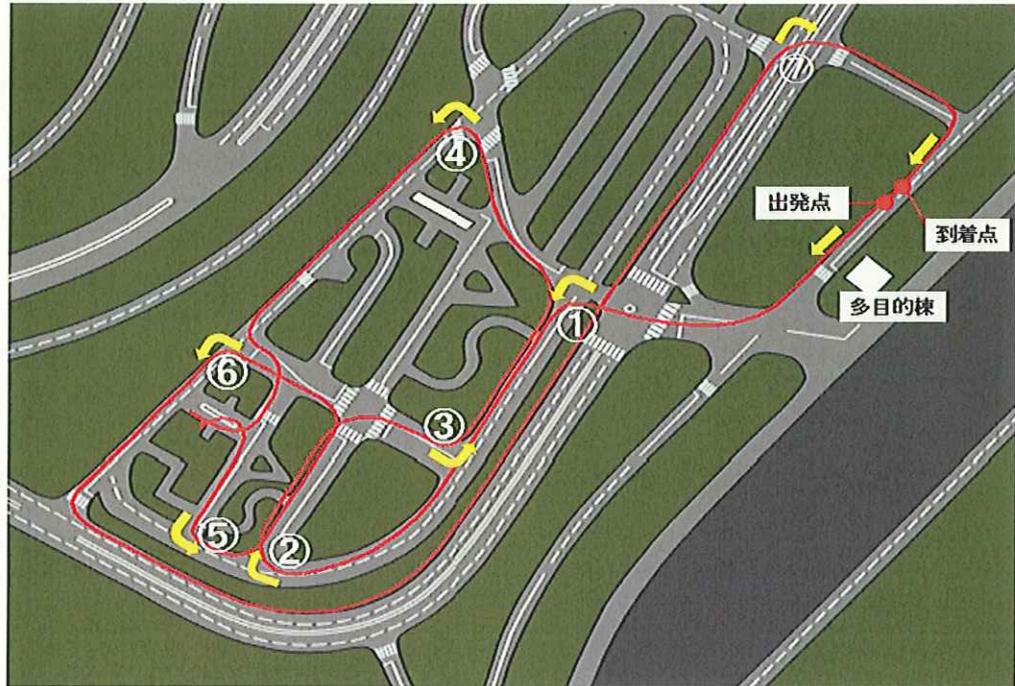
使用車種：普通自動車

計測：公道と同じ方法により各運転者にセンサを装着して走行計測をおこなった。

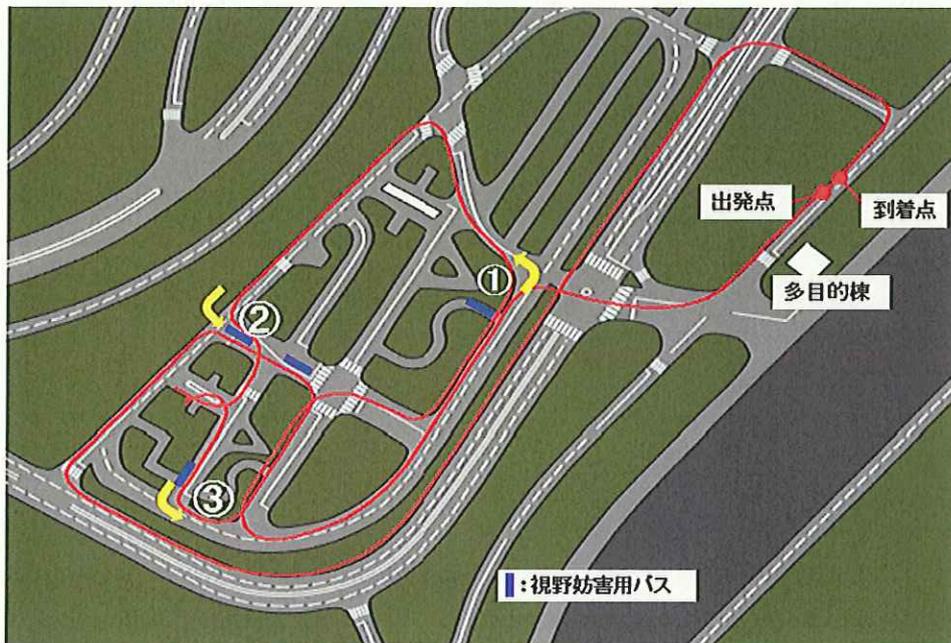
走行：すべての走行でコース指示者が助手席に同乗した。各運転者について、同じコースを3周走行したが、一周目と二周目は連続して走行、その後40分程度の時間を空けて三周目を走行した。

#### 3. 2. 実験のコース

コースとしては、自動車安全運転センター中央研修所内の模擬市街地コース内に、下記の赤線に示したコースを設定した。多目的棟周辺を出発点とし、図の黄色矢印に沿って走行する。走行経路上で番号を付した交差点を評価対象交差点とした。このうち、④番および⑦番の交差点では進行先の見通しが悪く、それ以外の交差点では交差点手前から交差点周りの全貌が特に障害なくよく見渡せる。



次に、視野の遮蔽物の有無による行動の違いを分析するためのコースとして、下図のコースを選んだ。コースの経路そのものは上のコースと同一であるが、評価の地点としては上と異なって下図の①～③の場所に設定した。



#### 4. 計測量と解析の流れ

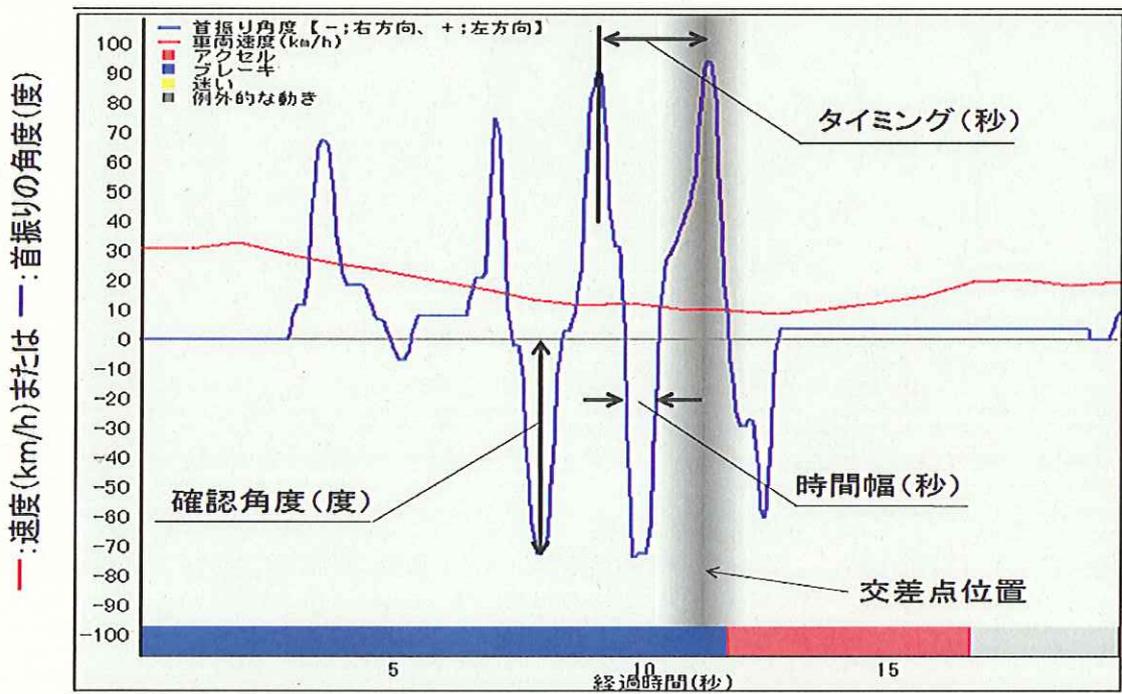
走行終了後、各センサ内のデータファイルはPC内の解析プログラムでコピーされると同時に、走行ごとにまとめて同期処理が行われる。次に、GPSデータの解析により走行（計

測)の開始から終了までのすべての走行位置が計算され、あらかじめ指定した各地点周辺の必要なデータ域を切り出す。この準備段階の終了後、角速度および加速度データを組み合わせ、動作の抽出処理をおこなうことにより、以下の量を抽出する。

- (1) 車両速度：GPS 信号から指定交差点領域の速度を計算し（サンプリング；1秒）、動作情報と同期対応させる。
- (2) 左右確認に伴う運転者の頭部の左右回転の動き：正面方向からの逸脱角度、交差点通過時刻との時刻差としてのタイミング、確認動作の所要時間としての時間幅の3成分を交差点ごとに求める
- (3) 右足のペダル位置：足センサの回転速度および並進加速度により右足の踏みかえ動作を抽出する。各ペダルの踏み込み動作は導出しない。

◆運転行動の表示：波形図

対象交差点近傍での計測データから求めた運転行動の様子は以下の図のように表示され、提示される。青色曲線は頭部の左右回転による確認行動をあらわし、上側ピークが左確認、下側ピークが右確認を示す。この曲線のピークの様相から、確認の角度、幅、タイミングをそれぞれ定量的に計測する。同時に、赤色曲線から交差点近傍での最低速度や下の青/赤などのバーの表示から確認時の右足ペダル位置を読み取る。



◆評価

交差点での潜在的な危険に対処するためには、交差点通過からさかのぼったタイミングで準備する必要がある。この“準備”が十分に行われているかどうか、が評価の基準であり、運転者の警戒意識が働いているかどうか、潜在的な危険の発見のための十分な探索を始めているかどうか、が評価の対象となる。

これを具体的な運転動作であらわすと、

☆左右の確認を最低限必要な条件でおこなっているかどうか

☆安全に確認するために必要な車両速度まで低減しているかどうか

☆危険に面した場合に迅速に対処するため右足先をブレーキペダル側に置いているかどうか

の3点に絞ることができる。

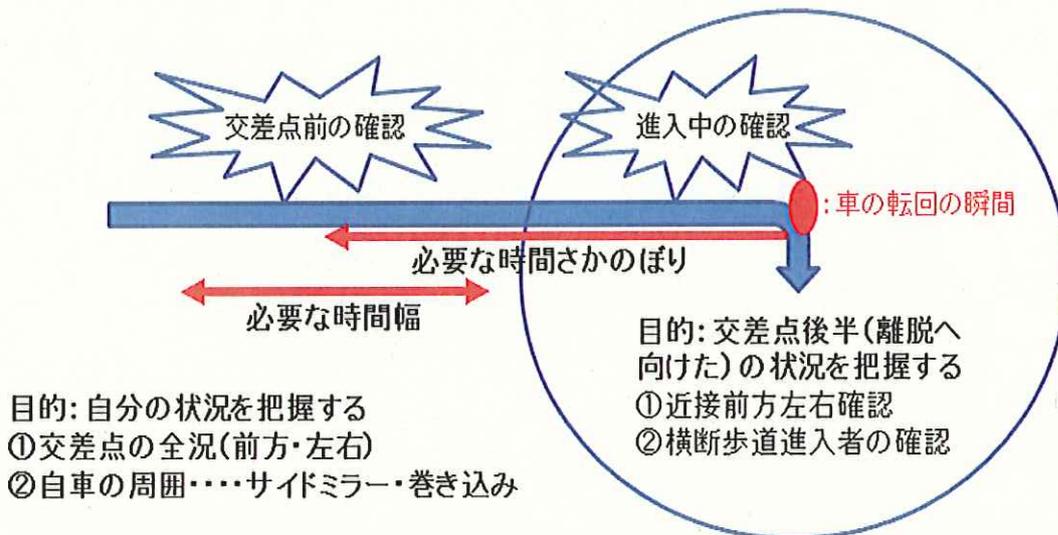
上記3点の一番目に挙げた、左右確認の“最低限必要な条件”としては、

確認のタイミング：危険ポイントの通過時刻から「運転者の準備に必要な時間」のあいださかのぼる必要がある。

確認の角度：ある方向を注目して“みる”場合には、ほとんどの場合頭の向きが追随し、その角度は見るべき方向と一定の関係にある

確認の時間幅：人間が視野のなかで物体を見落としなく認識するためには、最低限の時間幅が必要

の三種が必要である



これら諸条件についての具体的な設定基準およびその構築の考え方については原論文を参照されたい。(文献[1])

使用システムでの提示結果の例

運転者は、この結果の提示（例：下図）により自己の個癖について知り、その具体的行動の例について上に示した波形図を用いて説明を受ける。（2回走行の場合）

総合評価 **A** 良好な運転です 結果表示

安全速度・一時停止 達成度

速度	<div style="width: 100%; background-color: #0056b3;"></div>	100
一時停止	<div style="width: 100%; background-color: #0056b3;"></div>	100

速度を十分に落とすことができている。予防安全の観点からも、非常に望ましい運転ができています。

左方向安全確認 達成度

確認の深さ	<div style="width: 100%; background-color: #0056b3;"></div>	100
タイミング	<div style="width: 100%; background-color: #0056b3;"></div>	100
確認時間	<div style="width: 100%; background-color: #0056b3;"></div>	100

全体的に、左確認がとても良くできています。

模範登録

地点別  
表示

右方向安全確認 達成度

確認の深さ	<div style="width: 92%; background-color: #0056b3;"></div>	92
タイミング	<div style="width: 92%; background-color: #0056b3;"></div>	92
確認時間	<div style="width: 85%; background-color: #008000;"></div>	85

概ね、良い右確認ができているようです

解析の結果へ戻る

### Ⅲ. 研究結果と検討

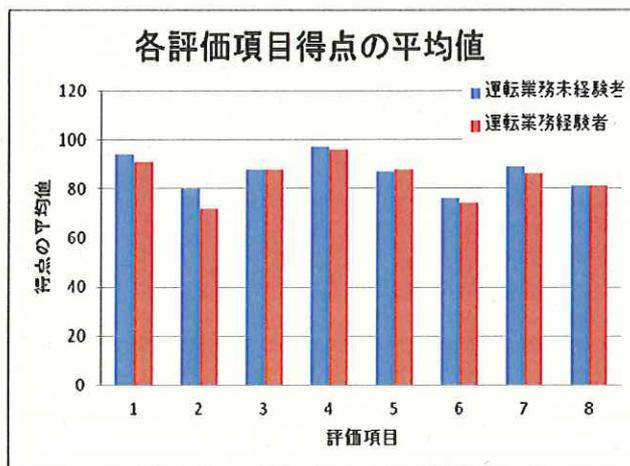
#### 1. 一般公道での計測結果と考察

一般公道を使用しての結果については、他車両や歩行者が通行する中での走行であって、実践的な緊張を伴う運転行動の計測であるので、本研究の主目的である危険発生前の危険認知意識を検出するためには最適の計測である。一方で、他車両や歩行者などをふくむ道路環境について厳密に同一条件下での走行の繰り返しや制御が困難であるので、この場合の計測結果とその考察については次項の「中央研修所コースでの計測結果と考察」に譲る。

今回の一般公道の計測では、総計約620回の走行を元に、各評価項目の傾向を概観したうえで、業務未経験者約510走行と業務経験者約110走行を分離して傾向抽出と比較をおこなう。次に、今回研究での新規発見である各項目間の相関傾向の特徴と、その就業経験年数との関連について述べる。さらに、同一運転者の評価結果提示前および評価結果提示後の走行結果ペアを用いて、それぞれの評価結果の提示による直接的効果について分析するとともに、その就業年数との関連について述べる。

#### 1. 1. 標準項目での比較

今回の実験結果は全体として約620走行の計測データからなるが、このグループを業務未経験者グループと業務経験者グループに分けたうえでその各標準項目得点の平均値を図1. に示す。全体として、過去の実績[4]に比べ、各項目の得点平均が高い傾向にある。これは、今回の計測対象全体については研修教育がおこなわれ、特に業務未経験者の場合は職業運転手希望者を選抜したうえでの研修期間中の計測であることを反映していると思われる。したがって、本研究のなかでの“未経験者”のグループは、業務としての運転と無関係な、いわゆる「一般の」運転者とは異なっており、「業務経験者と同様に運転業務への意識、準備および研修経験はあるが、実際の業務経験の有無の点だけで異なる運転者グループ」と理解すべきであることを示している。



各評価項目の内容

- 1: 速度
- 2: 一時停止
- 3: 左側確認角度
- 4: 左側時間幅
- 5: 左側タイミング
- 6: 右側確認角度
- 7: 右側時間幅
- 8: 右側タイミング

データ数 n : 運転業務未経験者 509 名、運転業務経験者 109 名

具体的な傾向として、一時停止得点が速度得点より低く、左右それぞれの確認行動のなかで確認角度得点がやや低いこと、左側よりも右側のほうが若干得点が低いこと、などの特徴は従来の計測結果と一致する。[4]

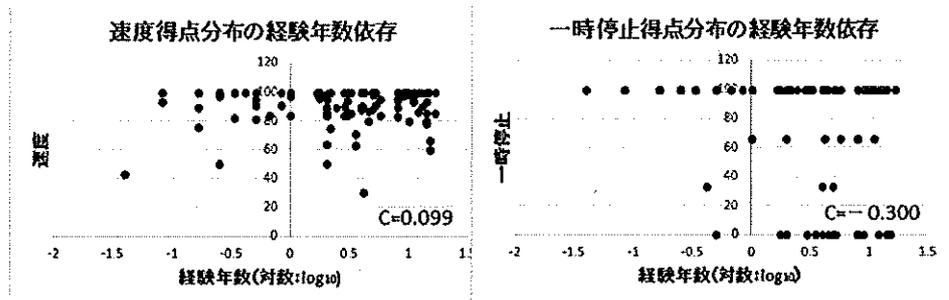
運転業務の経験者と未経験者とを比較すると、その差は極めて小さい（最大で 8 点：一時停止得点）のみならず、経験者よりも未経験者のほうが高い得点を得ている項目がほとんどである。しかし、各項目の標準偏差が概ね 10 以上あることから、これら経験者/未経験者の平均得点についての比較では有意な差がない、と結論すべきである。すなわち、今回の評価システムでは、それぞれの得点数値の直接的な比較だけでは運転業務の就業経験による運転行動の違いを抽出することが困難なことを示唆する。

#### 1. 1. 1. 標準項目評価それぞれへの業務経験年数の影響

今回の計測について、各運転者の経験年数が定量的に調査できているので、各評価項目での得点について、経験年数に依存した変化を調べるため、経験年数と得点のプロットを表示する。評価項目としては、「速度」「一時停止」「左角度」「左時間」「左タイミング」「右角度」「右時間」「右タイミング」の 8 項目があり、縦軸を各項目得点とし、横軸は経験年数の対数とした。図中の C の数値は、分布に対する Pearson の相関係数を計算したものである。（データ数 n : 業務経験者 109 名）

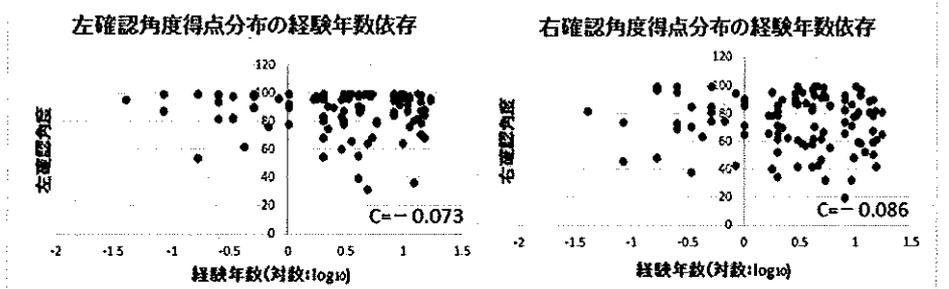
##### (a) 速度得点と一時停止得点での傾向

速度得点と経験年数との相関係数は 0.1 程度であり、相関があるとは言えない。平均値よりも下側の分布は経験年数全般にわたって広がっているが、上側の分布は最高点（100）によって制限され、自然な広がりが制限されている。すなわち、一定割合の運転者が十分な速度抑制を行っている結果である。しかし、下側の分布の様相から見る限り相関係数に大きな干渉を起こしている様子はない。したがって、各要注意地点での速度抑制の意識と対応結果について、業務の経験年数の大小によって大きな影響は受けないと思われる。これに対し、一時停止の得点については、相関係数が  $-0.3$  となり、明らかに負の相関があるといえる。各走行での一時停止判定数が少ないため、得点が離散的になっているが、グラフ上の分布の様相からみても、一時停止未達と判定された地点数が、業務経験年数の増大にしたがって顕著に増加していることがわかる。



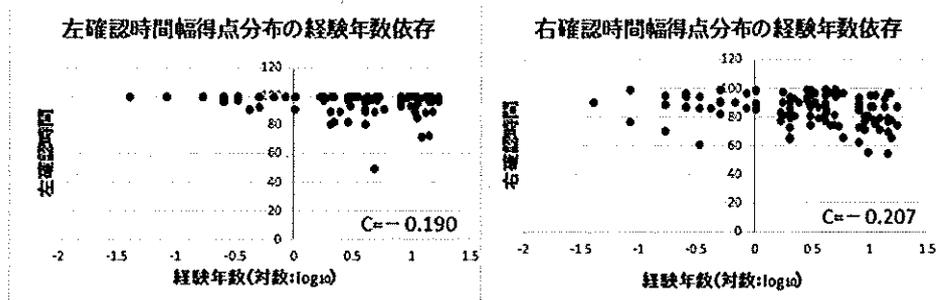
(b) 左右確認の角度得点の傾向と比較

確認の角度については運転者の左側右側ともに相関係数の絶対値が0.1以下であり、相関はないといえる。左側確認について、速度の分布と同様に100得点の上限で分布がひずんでいるが、ひずみを補償しても相関係数の値が0に近づく程度であって相関の判断に影響はない。むしろ、残った分布について左側と右側それぞれの分布が類似しているようにみえる。



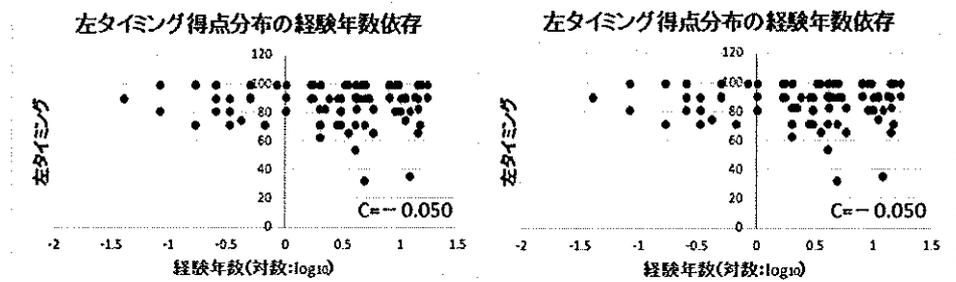
(c) 左右確認の時間幅得点の傾向と比較

確認の時間幅については、相関係数が $-0.19$ および $0.21$ と他の項目とくらべて大きな負の値をとっており、経験年数に対して弱い負の相関を持つ、すなわち経験が長くなるにしたがって確認時間が短くなる傾向があると推定される。ただし、左側確認では平均値が上限値100点に近いため、平均値上側の分布が上限値により抑えられた結果のアーティファクトとして相関係数が実際よりも負の方向にシフトしている可能性が考えられるが、平均値上下の分布を均等にするよう補正してみても、相関係数に大きな変化はなかった。したがって、ここでは時間幅の得点と経験年数との間には弱い相関がある、と推定する。



(d) 左右確認のタイミング得点の傾向と比較

確認のタイミングについては、左右双方ともに0.1以下であり、経験年数との相関がない、すなわち業務運転の経験の長さによって確認のタイミングの的確さが影響されることはない、と判定できる。



上記(a)(b)(c)の結果、全体の傾向を把握するために、各項目の得点と業務経験年数との相関係数を以下のテーブルにまとめた。

全体として、速度得点を除いてすべての項目で相関係数が負の値を取っている。考えられるアーティファクトとして、100点以上の得点が不可能な設定となっていることにより、特に経験年数の長い領域で高得点側の分布が抑制されていることによる人工的な相関係数の減少が想定される。ただし、この場合も各経験年数での得点値の（得点方向への）分布のいびつさを補正してもその相関係数へおよぼす影響はわずかである。実際に、角度およびタイミングでの相関係数については、左右確認ともに絶対値が0.1以下であるので、絶対値を減少させる傾向のアーティファクトは相関の有無の判定には影響がない。

これに対し、一時停止時間においては明白な劣化（相関係数：-0.30）が起り、左右ともに確認の時間幅については経験の長さにしたがって確認時間の若干の減少が見られる傾向がある、という結果となった。

その他の相関係数の絶対値はすべて0.1以下であって、運転業務の経験にしたがった明確な向上または劣化があるとは言えない。経験年数と相関のあった一時停止については、今回使用した評価判断では、教育的な考え方にもとづいて1秒間連続した完全停止という厳しい条件を設定して

いることから、一般の運転者では高得点を得ることが困難である。今回業務経験の長さにしたがって得点が劣化したのは、一般の運転者のような見落としやクリーピングなどの不注意というよりも、経験で身に付いた停止時間（本人にとって「十分」と判断された時間）が1秒よりも短いことが多いためであろう。したがって、業務経験者へこの点のアドバイスをを行う際には、単純な不注意として一方的に指摘するよりも、停止時間の意味を検討させることが必要となると思われる。ついで、左右ともに確認の時間幅が経験年数と弱い負の相関を持つことは、やはり経験の長さにしたがって確認の“見切り”が早くなる傾向が疑われる。このため、“プロの欠点”一概に単純な不注意と指摘するだけでは不十分で、やはり万が一の“見落とし”の可能性について想起させる必要があると思われる。

各項目得点の業務経験年数による変化(相関係数)

		角度	時間幅	タイミング	
速度	0.10	左確認	-0.07	-0.19	-0.05
一時停止	-0.30	右確認	-0.09	-0.21	-0.05

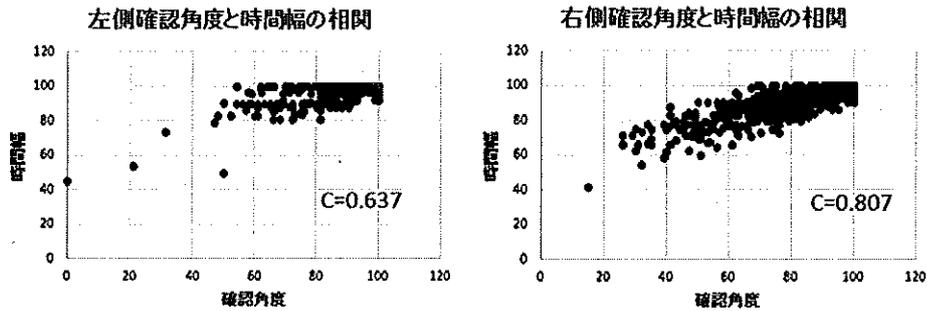
### 1. 1. 2. 標準項目評価の間の相関と業務経験年数の影響

各評価項目は、それぞれ危険認知および安全確保に重要な要素として独立に選定されたが、運転者の生理的、心理的制限や能力により、相互の関連性がある可能性がある。たとえば、潜在的に危険な地点を通過する際、ある時間幅の間危険方向を確認する必要があるとしても、高速で通過する場合は低速の場合よりも確認時間が短くなるケース（：前方注視のない状態に恐怖を感じる）などがある。本節では、それぞれの運転者の各項目得点の間になんらかの相関があるかどうかを検出したうえで、さらにその就業経験による影響についても検討する。

①最初に、業務未経験者のグループでの各評価項目についてペアを選んで相関グラフを表示、相関係数を求めたものを示す（G：Pearsonの相関係数）。

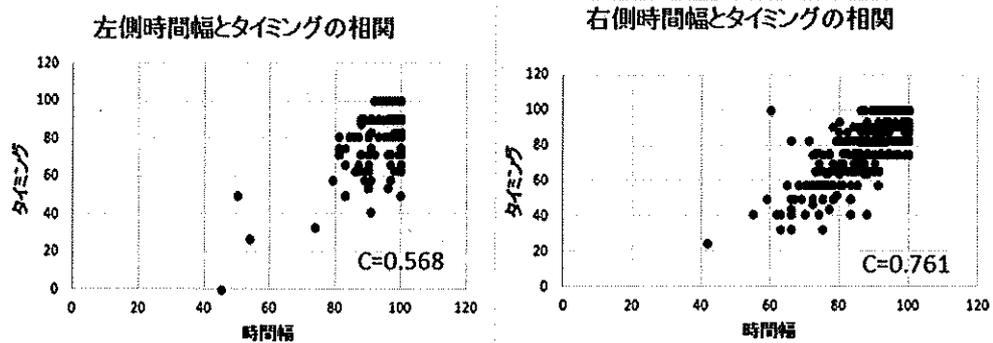
#### (a) 確認角度得点と時間幅得点の相関

確認の角度と注視の時間幅の相関は左右ともに正に中程度以上の値をもち、相関係数は0.6~0.8となった。時間幅の得点の分布が上限（100点）によって制限されてひずんでいるが、分散の形状からみてその相関係数に対する影響はすくないと思われる。左右両側、とくに右側の確認について、運転者の傾向として確認角度不十分な場合は同時に時間幅も不十分であるような例が多数を占め、一方だけを完璧にクリアして他方は全く不十分、というような独立した例は少ないと言える。



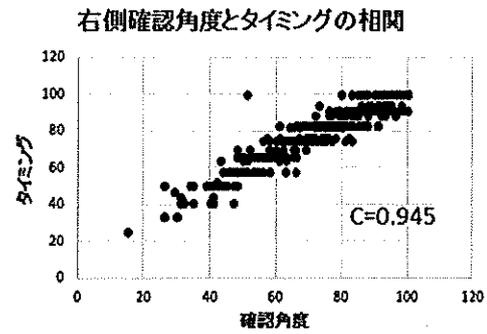
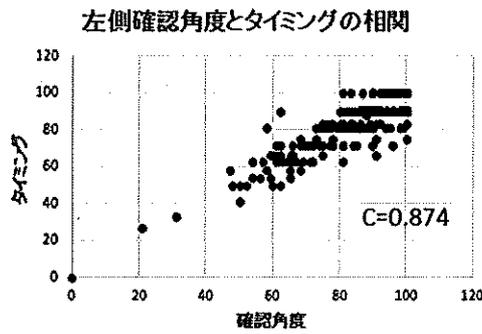
(b) 確認時間幅得点とタイミング得点の相関

確認の時間幅とタイミングについては、相関係数は0.5~0.76と中程度の相関をもち、(a)の確認角度/時間幅の相関と比べて相関の強さがやや低い。このことは、グラフスポットの分布の広がりによっても視覚的にはっきりわかる。確認の時間幅は、確認の角度、タイミングの双方と相関があるが、タイミングとの相関よりも確認角度との相関のほうが強い傾向がある。つまり、十分な時間の注視と十分な角度の確認を行う意識は運動しやすいが、確認を開始するタイミングについては若干運動しづらい、ということができる。



(c) 確認角度得点とタイミング得点の相関

確認角度得点とタイミング得点の相関をとった場合では、相関係数が0.87~0.95となり、極めて強い相関があることがわかる。しかし、グラフ上の分布の長軸の延長が原点を通過していることから、確認角度とタイミングとの関係では、これらに内在的な（運転行動に特有な意識上または生理的な）結びつきがあるというだけでなく、単純に確認動作の欠落（すなわち、確認角度とタイミングの評価が同時に0点になる）の割合の大小によって各走行あたりのそれぞれの評価点が支配されている可能性が考えられる。その両者の比率を求めることができないので、ここでは二つの評価項目の間の相関の要因についての推論は保留すべきであろう。

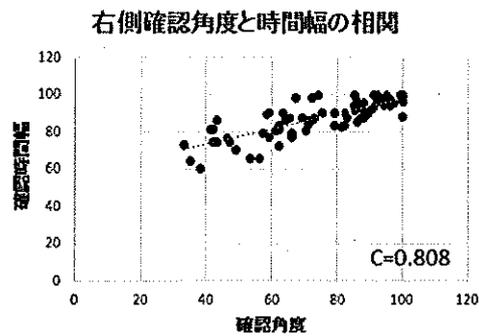
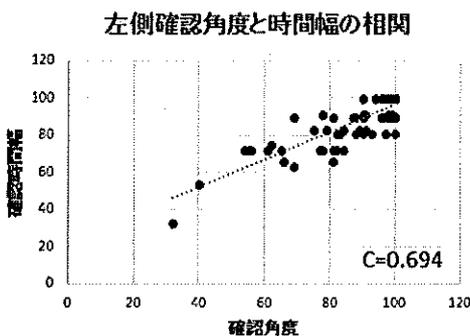


上記3組の相関図で共通していることは、運転者の左側の確認と右側の確認を比較した場合、右側の確認のほうが相関係数が大きく、強い相関を表す。このことは、右側ハンドル/右側走行という運転構造もふくめて、左右の行動の特性を表すものであり、より効果的な改善のために考慮されるべきものであらうと思われる。

②次に、短期経験者（ $0 < \text{経験年数} \leq 6$ ）のグループにおいて同様のペアリングで評価項目得点間の相関を調べた。（ $n = 76$ 名）

(a) 確認角度と時間幅の相関

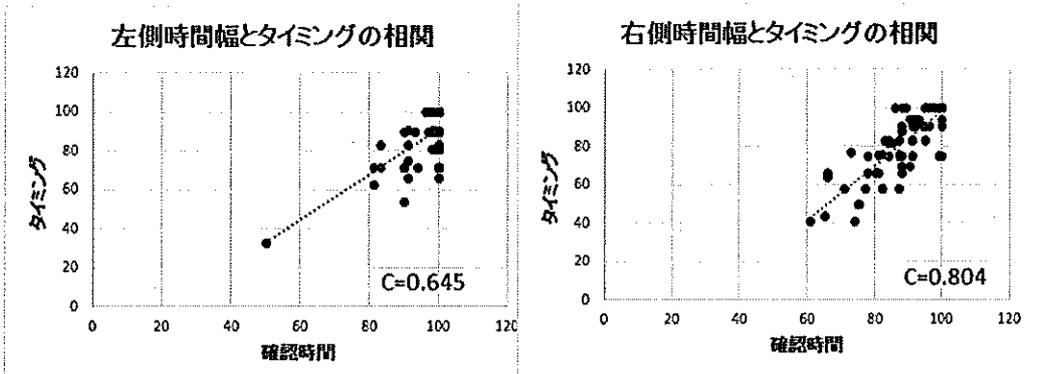
短期経験者の場合、未経験者のグループと同様に正の相関を持つ。その相関係数の値はやはり左側確認よりも右側確認のケースのほうが大きな値を持つが、左側確認のほうで相関係数が増加している（ $0.637 \rightarrow 0.694$ ）のに対し、右側確認では相関係数の変化は見られない（ $0.807 \rightarrow 0.808$ ）。すなわち、経験の有無によって基本的な相関傾向はかわらないが、その相関の程度や左右の特徴に変化がみられる。



(b) 時間幅とタイミングとの間の相関

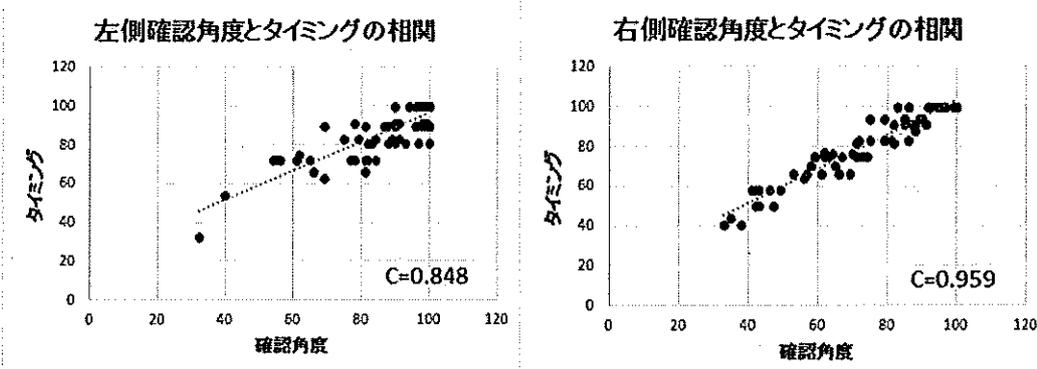
時間幅とタイミングとの間の相関においても、正の相関をもっていること、および右確認の相関係数値が左確認の場合よりも大きな値をとることのふたつの点で未経験者と同じ傾向をもつ。ここでも、未経験者とくらべて左側確認で増加の傾向を示し（ $0.568 \rightarrow 0.645$ ）、右側確認での変化はこれに対して増加はわずか（ $0.761 \rightarrow 0.804$ ）である。つまり、業務経験を経ることによって、

とくに左側確認において確認の時間幅とタイミングの結びつきが強くなる、ということの意味する。



(c) 確認角度とタイミングとの間の相関

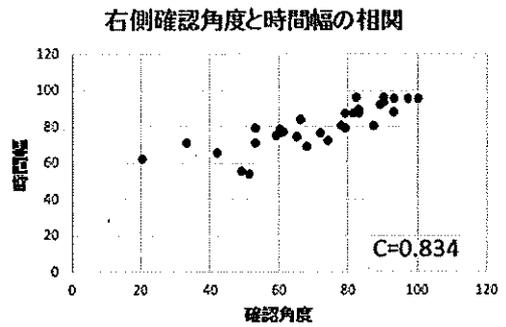
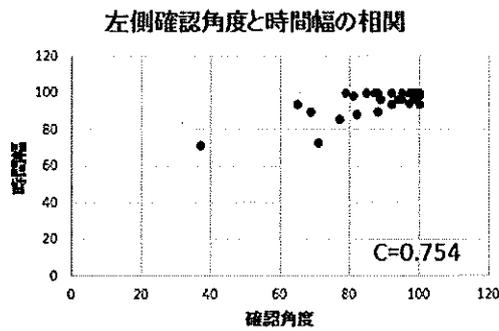
ここでは、左右ともに最も強い相関をもち、分布の形状も直線的である。特に、その直線は原点(0,0)付近を通過している。このことは、左右確認の角度とタイミングが正比例関係にあるとともに、どちらかが生起しない場合は他方も生起しないような関係にあるといえる。しかし、見落としによる“確認の欠落”の例数の占める割合が単純に増減するだけでもこのような関係が発生する可能性があるため、一概にこの二つの行動要素が強く結びついている、と断定することはできない。



③長期経験者 (>6年) のグループにおける各標準項目得点間の相関 (n=33名)

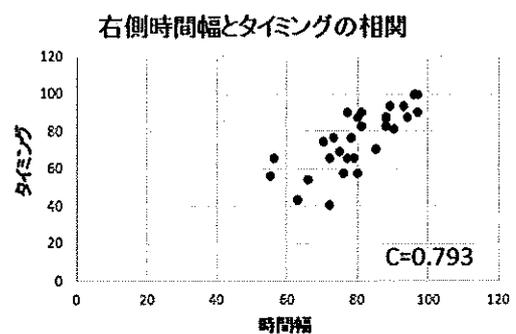
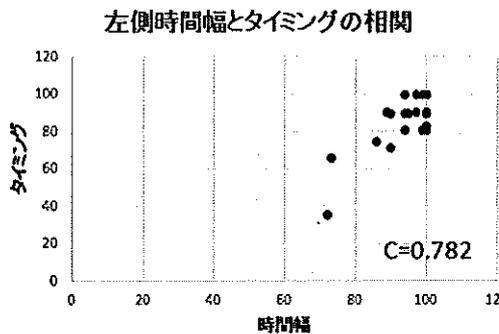
(a) 左右確認の角度と時間幅得点の相関

角度と時間幅得点の相関についてはやはり強い相関を持っており、上二者と同様に右肩上がりの葉巻型の分布となっていて、その傾きの切片が時間幅の軸上にある。左確認の場合に100点の上限付近で分布するために分布の様相を読み取りにくく、短期経験者と比較して大きな相違を見出すことはできない。



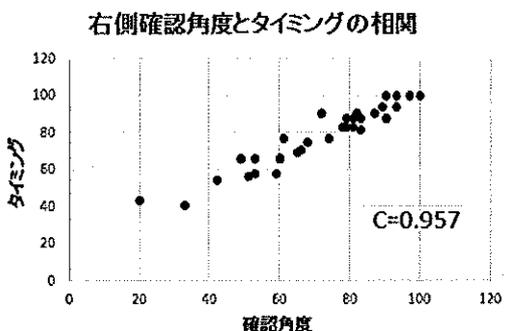
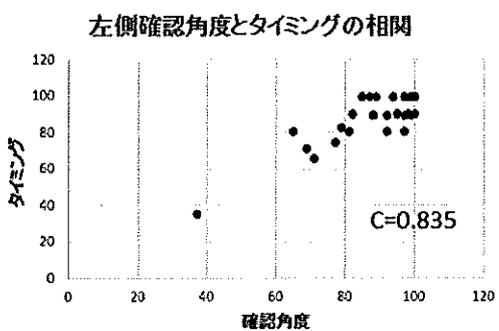
(b) 左右時間幅とタイミング得点の相関

やはり例数がすくないこと、左確認で100点の上限に近いこと、などから分布について詳細な差異を見出すことは難しいが、強い相関があること、左右での相関の差、時間幅軸上の切片などの特性については短期経験者と共通した傾向にある。



(c) 左右確認角度とタイミング得点の相関

確認の角度とタイミングとの間の相関においては、左右ともに極めて強い相関を持ち、右側確認のほうが若干相関が強いという点で未経験者や短期経験者の例と同様である。しかし、ここでも、分布の近似直線が原点あたりを通過する、すなわち比例的であるので、確認角度とタイミングの行動要素としての結びつき以外に、確認行動の欠落例数の単純な増減による効果も含まれていると考えるべきである。



上記の各評価項目間の相関係数について全体の傾向をみるために以下にテーブル

ルとしてまとめた。

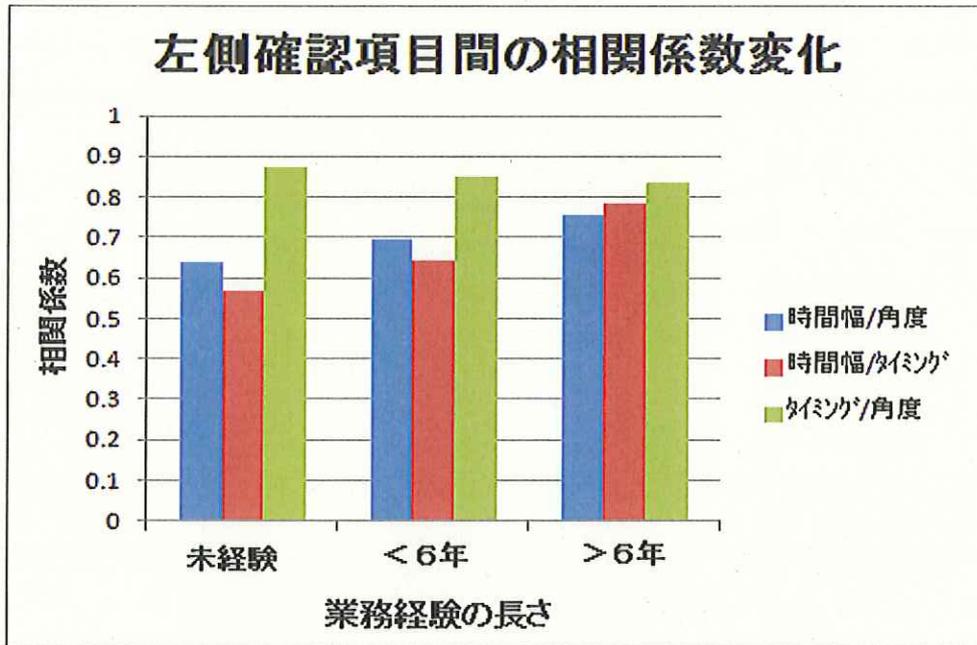
まず、すべての相関係数の値が正であることは、確認の角度、時間幅、タイミングの3要素は互いに正の相関を持つ、すなわち一方が上昇すれば他方も上昇する、という関係にある。そのなかで、業務経験にかかわらず、常に右確認での相関が右確認の相関よりも強い（または同等の）傾向がある。このことは、人間の行動特性や右側通行のルールなどによるものと思われるが、その要因の詳細は不明である。ただ、運転教育の構築の際には留意すべき特性であろうと思われる。各要素の3種の組み合わせの間の比較では、タイミング/角度間の相関がもっとも強くかつタイミング/時間幅の相関がもっとも弱い点ですべての経験グループで共通している。

### 各項目得点間の相関係数

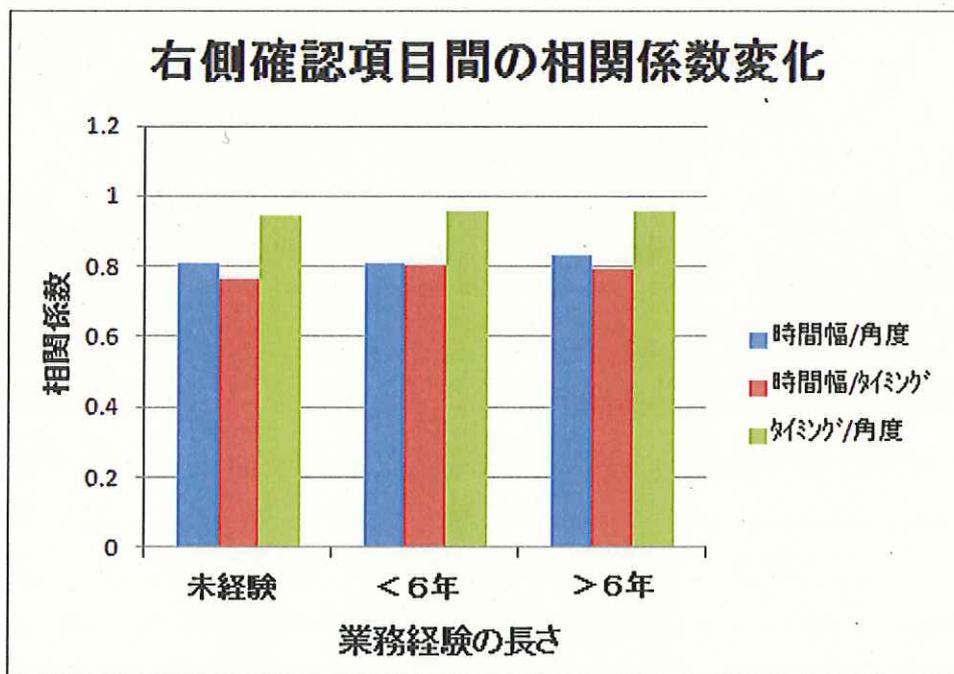
		時間幅/角度	タイミング/時間幅	タイミング/角度
未経験者				
	左確認	0.64	0.57	0.87
	右確認	0.81	0.76	0.95
短期経験者				
	左確認	0.69	0.65	0.85
	右確認	0.81	0.80	0.96
長期経験者				
	左確認	0.75	0.78	0.84
	右確認	0.83	0.79	0.96

さらにこのような行動間の結びつきの傾向に対する業務経験の影響を見出すために、経験年数にしたがった変化としてグラフ化すると以下のようなになった。

左側確認について、時間幅/角度間の相関および時間幅/タイミング間の相関は経験年数の増大により単調に増加する、すなわち時間幅と他の2項目それぞれとは経験の長さにしたがって同時生起しやすくなる。その一方で、タイミング/角度間の相関は経験年数の増大により単調に減少する、すなわちこの2項目の間の同時生起の可能性は経験が長くなるにしたがって下がっていく。このように、運転者の左側の確認行動については、各評価項目間の相関は経験年数にたいして系統的に変化する傾向がある。



次に、下図において右側確認についての各相関係数の経験年数変化を示した。経験年数による変化自体が左側確認の場合と比べて少ないと同時に、3種の相関それぞれで系統的な変化（単調の増加または減少）がみられなかった点で左側の確認とまったく異なる特性をもつといえる。



#### 1. 1. 3. 繰り返し走行による評価提示効果と業務経験年数

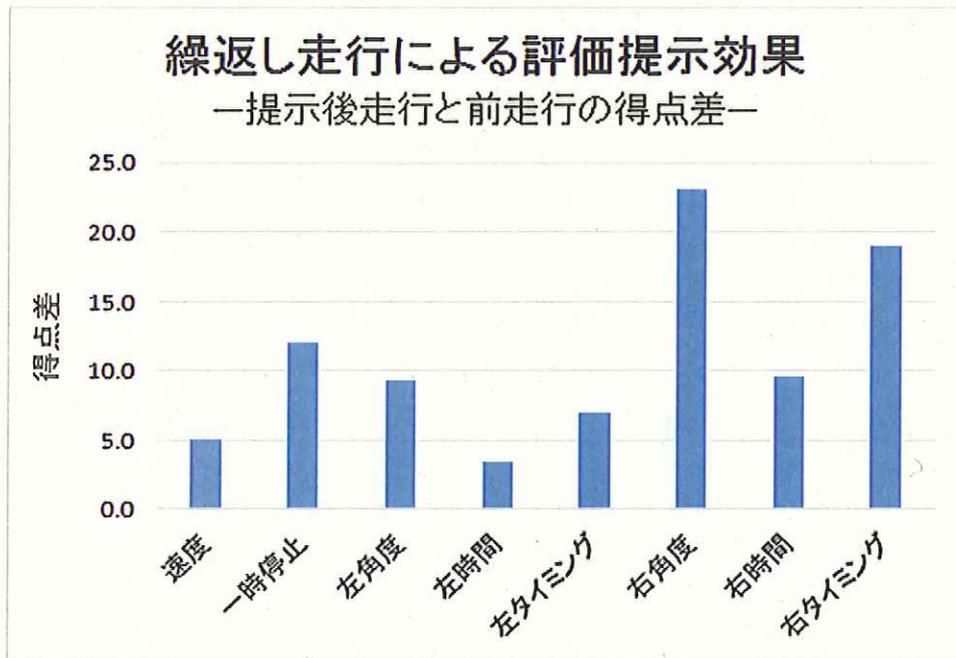
今回の計測においては、多数の運転者に対して「走行計測」→「評価結果の本人への提示と解説」→「再度の走行計測（同一コース）」という計測セットを実施

している。今回用いたシステムの本来目的として、「評価結果の運転者自身への提示による個々人の癖の改善効果」により研修効果を狙うものであるが、同時に、本研究としては、それら結果の詳細を分析することにより効果の程度と特徴を調べることができる。なお、これら2回走行のセットはほとんどの場合は同一日におこなわれ、希に1日後に二回目走行を行うこともあった。

本節では最初に業務未経験者を対象にこの効果の詳細について検討したうえで、この効果に対する業務経験の影響について調べる。(データ数n: 業務未経験者; 220名440走行、業務経験者34名68走行)

① 繰り返し走行による評価提示効果 (業務未経験者について)

各評価項目について、二回目走行の評価結果から一回目走行の評価結果を引いた差分の平均値は、下図のようになった。一見して、右側確認の3項目の効果(差)が、左側に比べて大きいことが見える。しかし、元の各得点の標準偏差が11.3~16.4の範囲にあり、明確な差異があると断定することは難しいため、値そのものについては今後の検討とする。

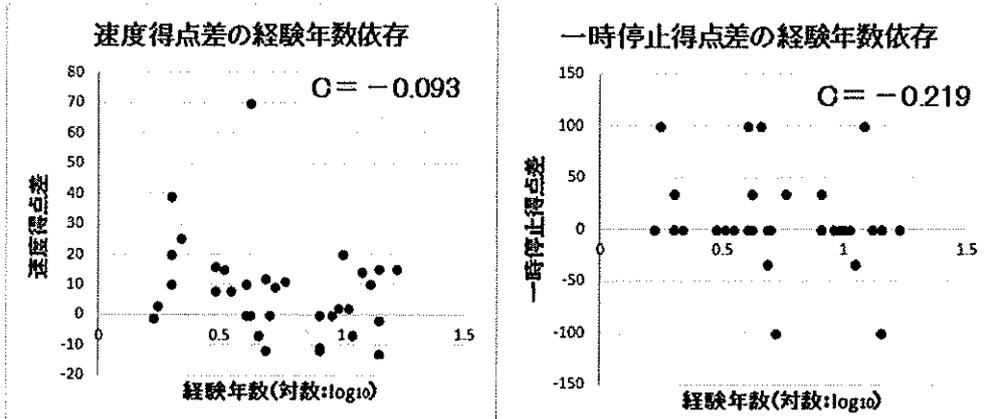


② 評価提示効果の業務経験年数による変化

(a) 速度、一時停止得点差の経験年数依存

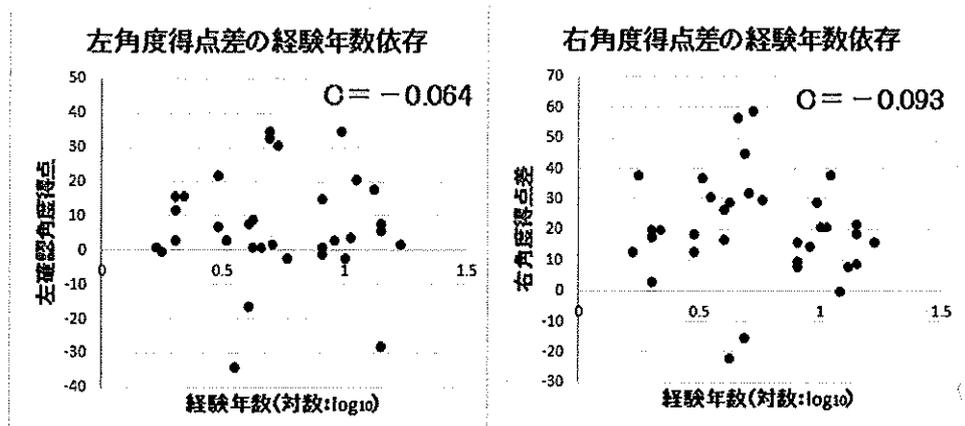
速度得点の場合、相関係数が-0.9と絶対値として0.2以下であり、経験年数との相関がない、すなわち(潜在的な)危険地点に差し掛かる際の安全速度への抑制については経験の長短にかかわらず行われており、業務の経験による劣化や向上はないといえる。これに対し、一時停止得点については、相関係数が-0.22であって、弱い相関を持つと判断できる。分布の様相

は評価の特性（地点ごとに all or nothing で判定してコース全体で平均する）によって広がる傾向があるが、それにもかかわらず有意な相関係数値を与えている。このことは、長期経験者においては一時停止に対して内在的な基準を持っていて一回の評価あるいは見直しでその習慣を変えることが困難であることを示している。やはりここでは、単純な、一方的な指摘のみならず、一時停止行動の本来の目的、確認動作に必要な時間、短時間の確認での見落としの可能性などについての深い理解を求める必要がある。



(b) 左右確認の角度得点差の経験年数依存

確認角度の分布については、方向性なく広がっており、その結果相関係数についても絶対値で0.1以下であって、経験年数との相関は有しない、と判断できる。すなわち、確認角度自体は評価結果の提示によって左右ともに改善される（差の平均値が全範囲で正の値をとっている）一方で、その改善の程度は経験年数によらない、といえる。

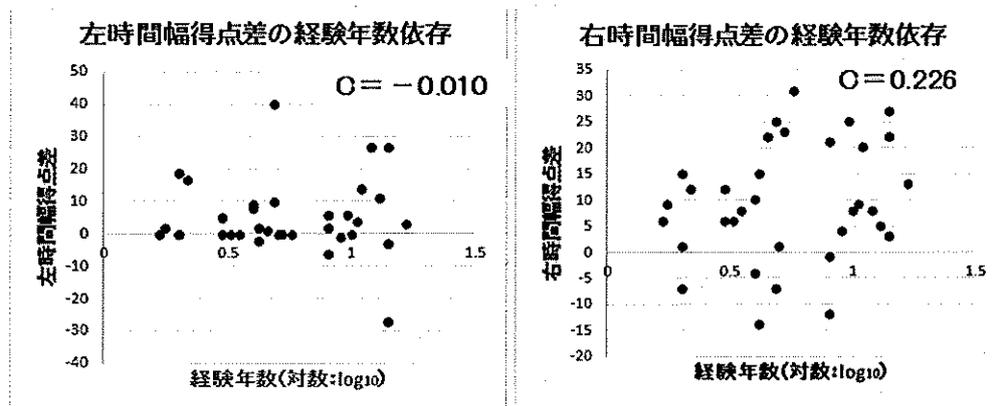


(c) 左右確認の時間幅得点差の経験年数依存

左側の時間幅の得点差の分布については、少し横広がり形状を見せるのみで、特に相関を示すような傾向はない。相関係数についても、-0.01の値を示しており、経験年数との相関は全くない、すなわち自分の確認時間幅について指摘を受けた場合、経験の長短によってその感受性が変わらないことをしめす。これと対照的に、右側確認の時間幅については相関係数が0.

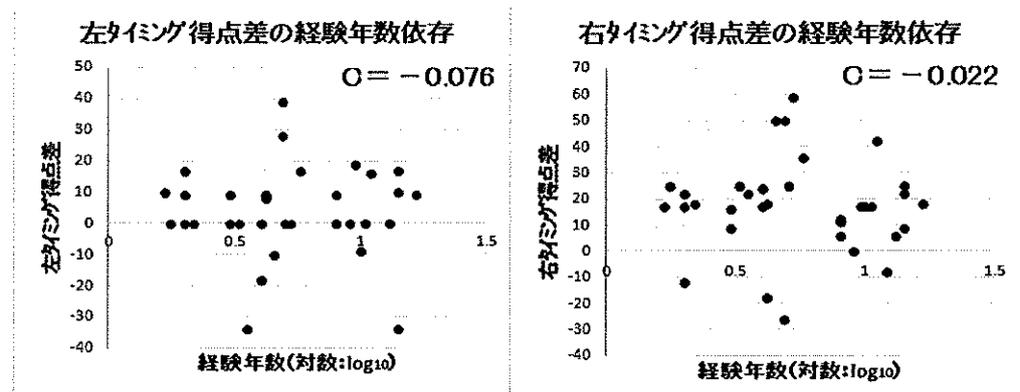
23であって弱い正の相関をもつ。すなわち、経験年数が長いほど評価結果の提示を受けた場合の改善効果が高いといえる。

業務経験者の時間幅得点の値そのものは左右どちらの確認の場合も経験年数にしたがって若干悪化の傾向を見せており（負の相関： $C = -0.19$ 、 $-0.21$ ）、今回の指摘による右側確認のみの改善は新たな学習というよりも長期的な劣化にたいする回復の働きの結果と推測できるのではないかと思われる。ここで見られる左右の特徴の差については直接の説明はいまのところ不明であるが、他の分析でもいくつか左右の差がみられる現象があり、今後これらを統合した説明が得られることが望まれる。



(d) 左右確認のタイミング得点差の経験年数依存

タイミングの得点差の場合、左右確認のいずれも相関係数が0.1以下であり、分布も方向なく広がっていることから、評価結果提示による変化はないと結論される。すなわち、タイミングの是非についての指摘があったとしても、業務経験があることによる改善のイメージや方策についてなんらかの“コツ”のような違いがあるとは思われない。



以上の各項目での得点の業務経験年数に対する相関係数をテーブルにまとめると以下のようなになる。速度、確認の角度およびタイミングの項目において相関係数の絶対値が0.1以下であり、経験の長さとの関係が認められな

い点で、得点そのものと同じ傾向を示す。すなわち、これらの動作要素では現場での経験をもつことで特に変化しないのみならず、一回の講習（結果提示）のみによって即時に行動が変化することもないといえる。これに対し、一時停止の項目では、得点そのものでの傾向と一致して、経験年数にたいして弱い負の相関（ $-4 < \text{相関係数} < -2$ ）を示した。ここまでのすべての項目において経験年数による行動の変化が一回の講習による成績の変化と一致する、という結果を示す。これに対し、右側確認の時間幅の得点差に対する経験年数の効果は、得点そのものにくらべ、大きな違いを持っている。すなわち、右側確認の時間幅と経験年数との間の相関係数は $+0.23$ と正の相関を持っており、得点そのものの経験年数との相関 $-0.21$ と逆の相関をもつことがわかる。すなわち、右側確認の時間幅の項目では、経験年数にしたがって確認の丁寧さ（時間幅）が劣化してきているが、これを指摘（自己の行動の計測と認識）された場合の効果は、プラスの効果を経験年数にしたがってより大きくあらわれる、という振る舞いを示す。左側確認については、経験年数との相関において多少の“負の相関の減少（ $-0.19 \rightarrow -0.10$ ）”が見られ、右側と同様の“改善傾向”ではあるが、正の方向、すなわち未経験者より大きな改善を示しているわけではない。この、右側確認での確認時間幅の即時の改善可能性については、特に着目して運転行動の改善に活用すべきであろう。

### 各項目得点差の業務経験年数による変化(相関係数)

			角度	時間幅	タイミング
速度	0.09	左確認	-0.06	-0.10	-0.08
一時停止	-0.22	右確認	-0.09	0.23	-0.02

### ③ 評価提示効果の各項目得点間の相関

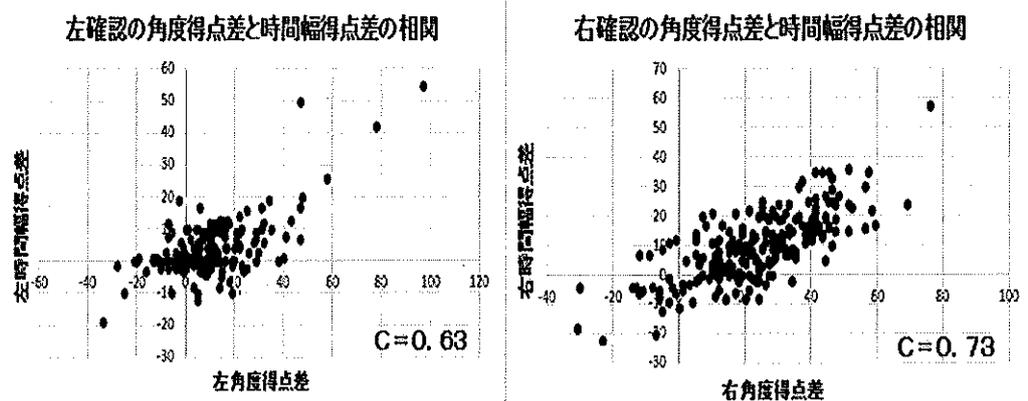
前項において、各個人の評価結果を提示したことによる前後の各項目の得点の差異、すなわち結果提示効果について、その業務経験年数への依存の有無あるいは様相を検証した。次に、これら項目間のあいだの相関関係の有無について検証する。前節において、各項目の得点の値そのものでは、項目間の相関係数が確認の左右で明確に異なること、右確認においてのみ経験年数に従った線型的な変化がみられること、などを明らかにした。本項では、これら特性と結果提示による差異における相関関係の特徴とを比較する。

#### (i) 業務未経験者における相関

##### (a) 確認角度の得点差と時間幅得点差の相関

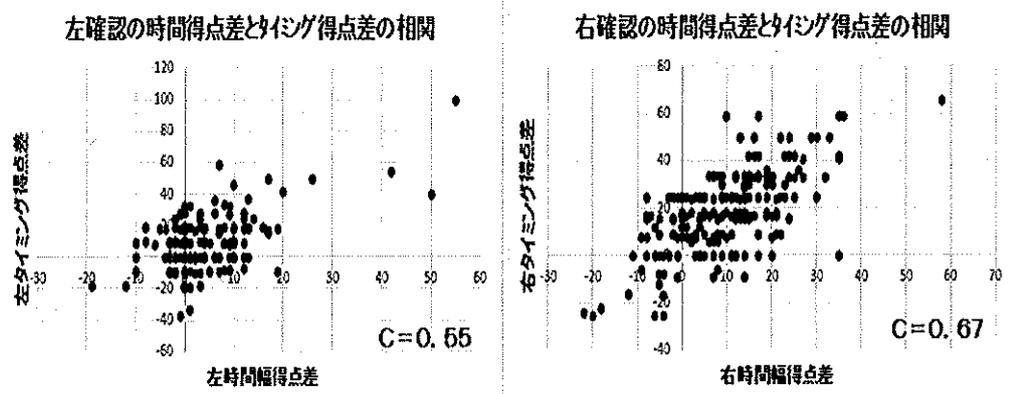
確認の角度と時間幅の間の相関は、評価結果の提示による向上（差）においても、得点自体の相関と同様に中程度以上の係数値を持って相関を

保持しており、また右確認での相関が左確認のそれよりも大きい点で類似の傾向を持っている。したがって、相関の傾向については角度と時間幅そのものの関係が結果提示による改善にもそのまま表れているといえる。ただし、右側確認の相関係数値のみにおいて得点値の相関と前後差の相関とのあいだで減少がみられる（0.81→0.73）ことが、結果提示前後の得点差固有の特徴としてあげられる。つまり、評価の指摘による即時の改善については、右側確認のみで若干ばらつく傾向にあるといえる。



(b) 時間幅の得点差とタイミング得点差の相関

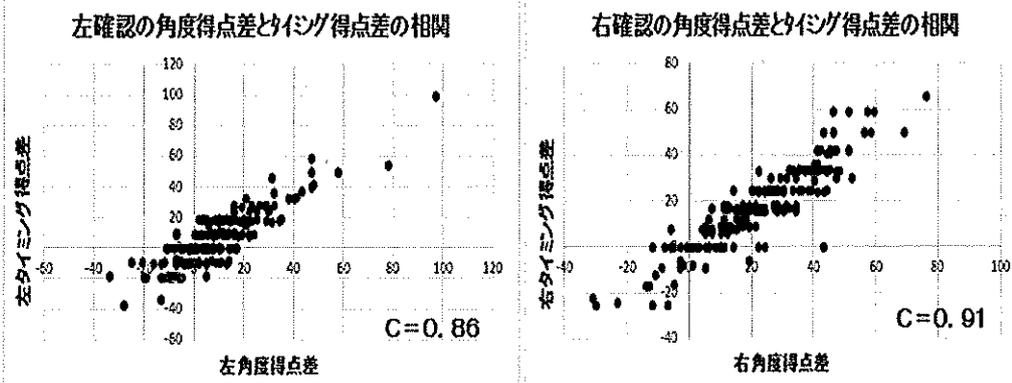
時間幅とタイミングの得点差間の相関では、中程度の相関をもっていること、右確認での相関が左確認のそれよりも強い相関をもつこと、さらに双方の相関の強さが他の組み合わせ（(a)および(c)のケース）と比較してやや弱く、分布も分散していること、などの点で、時間幅とタイミングの得点間の相関の様相と一致している。ただ、前項とおなじく右確認の相関係数だけが得点値そのものの相関係数よりも若干小さくなっている。



(c) 確認角度の得点差とタイミング得点差の相関

確認の角度とタイミングの得点差の相関においても、前項と同様に得点そのものの相関と一致した傾向をもつ。すなわち、左右双方の確認で0.8

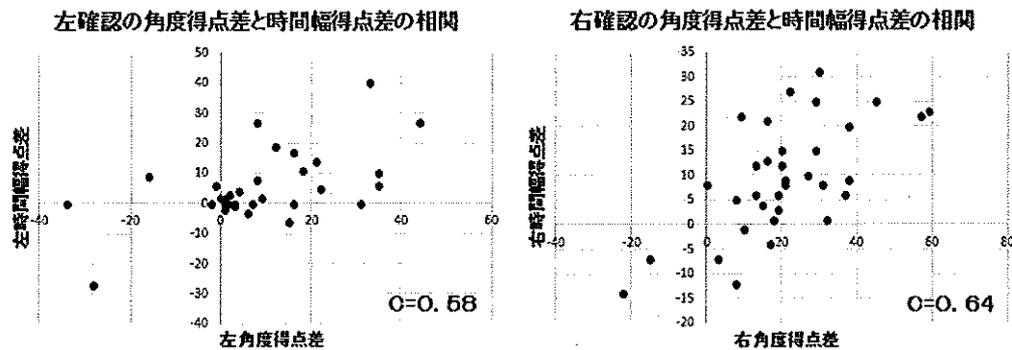
以上のもっとも強い正の相関をもっていて、右側確認での相関のほうがつよい。ただし、この組み合わせの場合では、得点そのものの相関と比べて相関が特に弱くなっているとは言えない(0.95→0.91)。この場合、相関係数自身が、その定義により1.0を上限値としていることが関係しているのかもしれない。その場合は他の組み合わせと同様に右側確認での相関係数の減少が、本来は存在している可能性を残す。



(ii) 業務経験者における相関

(a) 確認角度の得点差と時間幅得点差の相関

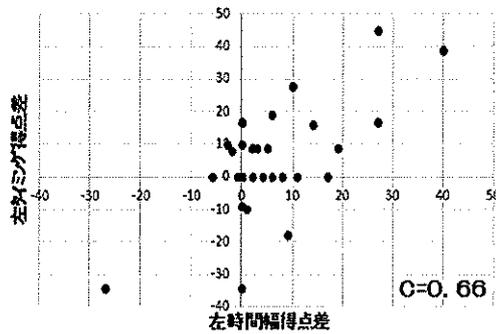
左右確認の角度と時間幅の得点差間の相関について、ともに中程度の正の相関をもつこと、右の確認のほうが若干高い相関係数値をもつこと、の点について得点値自体での相関、さらには業務未経験者での同じ組み合わせでの相関と同じ傾向をもっている。これ以外にも業務経験による目立った傾向はみられない。



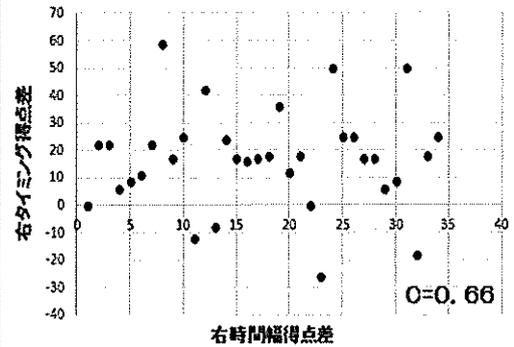
(b) 時間幅の得点差とタイミング得点差の相関

時間幅とタイミングの得点差間の相関については左右の確認の双方で中程度の正の相関(相関係数; 0.56、0.66)をもっており、業務未経験者のそれと比べて目立った違いはない。

左確認の時間得点差とタイミング得点差の相関



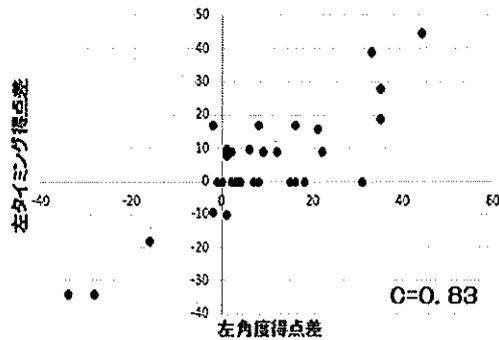
右確認の時間得点差とタイミング得点差の相関



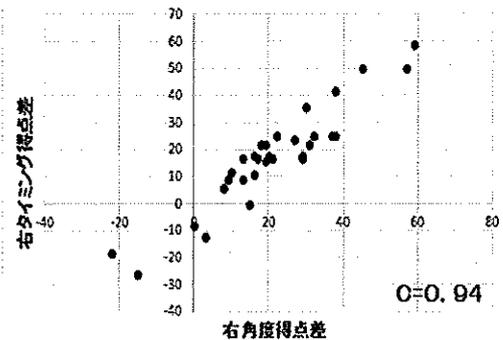
(c) 確認角度の得点差とタイミング得点差の相関

この組み合わせにおいても、得点差の相関については、得点自体での相関、あるいは未経験者での同じ組み合わせでの相関と同じく、極めて強い正の相関（0.83、0.94）をもっており、また右確認での相関が左確認での相関よりも強いことがみられる。すなわち、ここでの結果は、得点自体での結果および未経験者での結果と一致する。

左確認の角度得点差とタイミング得点差の相関



右確認の角度得点差とタイミング得点差の相関



上の各項目の得点差間の相関係数値を表としてまとめると、下のようになる。ここでは、タイミング/角度間の相関がすべての場合で強く、右確認の値が左確認のそれよりも高いこと、時間幅/角度の相関で右確認の値が左確認のそれよりも高いこと、などを読み取ることができる。これらの点は、各項目の得点そのものの間の相関と同じ傾向を示している。したがって、各項目で見いだされた行動要素間の関係性は、運転者本人に評価結果を提示することによる改善についても成り立っているといえることができる。

## 各項目の結果提示前後の得点差の相関係数

		時間幅/角度	タイミング/時間幅	タイミング/角度
業務未経験者				
	左確認	0.63	0.55	0.86
	右確認	0.73	0.67	0.91
業務経験者				
	左確認	0.58	0.66	0.83
	右確認	0.64	0.66	0.94

### 1. 2. 潜在要素での比較

本研究での行動評価では危険（候補）地点での左右確認行動と右足ペダルの構えの諸要素を対象としている。この範囲での行動評価が実際の運転行動、本人の主観的意識との対比の点で有効であることは既に示されている[1]が、これに対して、交通心理学的な側面から「直接の評価提示項目の改善以外に、安全運転に有効な行動改善が付随的に発生する可能性はないか」という指摘がなされてきた（Keskinen、私信）。我々の研究の最終目標としての「業務中での行動評価・指摘システム」では指摘の頻度や内容が極めて限られるため、上記の指摘のような現象があればこれを利用することで、運転の妨げを最小にした効果的なシステムの構築に結びつくと思われる。このため、今回は直接の評価項目以外の行動—ここでは仮に潜在要素と呼ぶ—に関する分析をおこない、評価提示との関連を調べた。このような潜在要素として、車両の加速/減速によって貨客にかかる荷重（X方向加速度）と車両の右左折時に貨客に対して横方向にかかる荷重（Y方向加速度）、および評価地点あたりの左確認平均頻度と右確認平均頻度、を選んだ。前二者は、乗員や貨物にかかる水平方向の力に比例し、運転の乱暴さ/穏やかさの指標として特にバスや貴重品運搬車などの運転で重要視される量であるが、今回の評価、とくに左右確認行動に注目した評価行動とは直接関係せず、被験者自身にその結果を知らせることもないため、評価後の運転行動への直接の影響は見込まれない。後二者は、評価対象地点あたりの左右確認の平均回数であり、今回の評価の対象行動と同じカテゴリにあるが、標準の評価はあくまで適切なタイミングと時間、角度を要求しているのに対し、確認頻度はその有効/無効とまったく無関係に単純に行為をどれだけ繰り返したか、という回数を数えるもので、むしろ運転者の緊張や性格などの心理要素に関係する可能性がたかい。

貨客にかかる荷重の指標としての量  $G_x$  および  $G_y$  は以下のように定義した。

Gx: 走行中に車両に負荷される前後方向の加速度を計測し、その値が0.3Gを超えた回数を計数して1走行全体の回数=Gxとして定義。

Gy: 走行中に車両に負荷される左右方向の加速度を計測し、その値が0.3Gを超えた回数を計測して1走行全体の回数=Gyとして定義

確認頻度の定義としては、左右それぞれの確認において、交差点あたりの確認の生起頻度を計数し、1走行内の全交差点の値を平均した。

(データ数n: 業務未経験者458名、業務経験者92名)

### 1. 2. 1. 潜在要素計測値の評価結果提示による変化

決まったコースでの1走行の評価を行い、その評価結果を運転者本人に提示した後で再度同一コースを走行計測したセットにおいて、前節でその評価得点の向上について分析したが、本節の潜在要素への影響についての検討についても、走行データ自体が潜在要素の計測量を含むため、同一のデータを用いて分析することができる。ここで、講習（評価結果提示）の前後の各要素の定量値の平均を算出し、下の表に比較した。()内はそれぞれの値の標準偏差の値を示す。

この表で、全体の平均値を計算した場合（上の二行）において荷重Gx、Gyの値では講習前後の差異はなく、確認数においても講習後の数が若干増加しているように見えるが、その差は標準偏差の範囲内にある。ただ、業務経験者と未経験者グループそれぞれで走行ペアごとに潜在要素値の差をとったうえでその平均をとった場合、前後方向の荷重Gxでは双方で減少傾向にあって業務経験者のほうがやや大きく減少し、Gyでは双方とも増加傾向にある。また左右の確認数ともに増加傾向にあって業務経験者のほうが増加量が多い。しかし、いずれもその差は標準偏差内にあり、明確に差異があるとはいえない。

講習の前後での各項目の値の差異

	前後方向荷重Gx	左右方向荷重Gy	左確認数	右確認数
講習前(全体)	10.2 (16.2)	2.1 (2.8)	4.2 (2.3)	3.2 (1.9)
講習後(全体)	10.1 (16.6)	2.2 (3.8)	5.8 (2.4)	4.8 (2.1)
講習前後の差平均				
業務未経験者	-1.2 (9.8)	0.26 (4.9)	1.8 (2.4)	1.8 (2.1)
業務経験者	-0.18 (16.0)	0.23 (2.1)	2.2 (3.1)	2.1 (2.5)

( )内はそれぞれの標準偏差

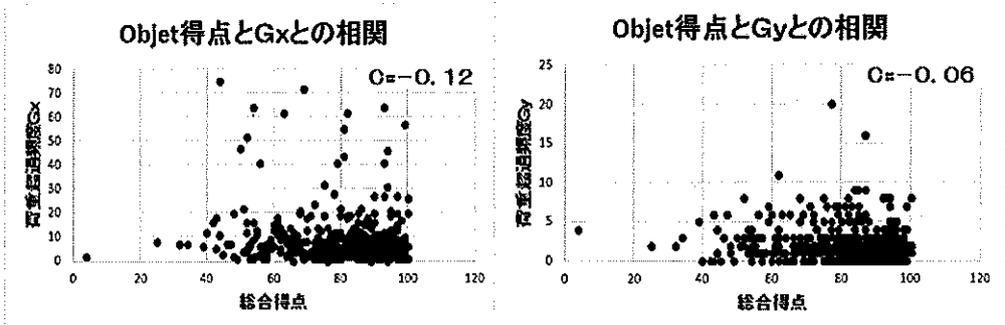
### 1. 2. 2. 運転者の評価結果得点と潜在要素との関係

標準の評価項目の組み合わせで測られた運転の安全さに対する評価に対して、潜在要素として定義した量がどのように関係しているか、を調べるために、評価の総合得点（各分布図中のタイトルで「Objet 得点」と表記）と各潜在要素との間の分布とその相関係数を計算することによって関連をしらべた。

① 業務未経験者における評価結果と潜在要素との関係

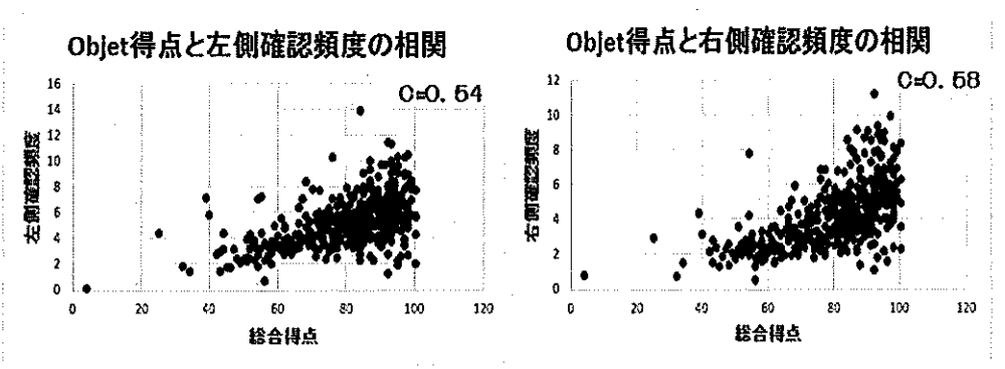
(a) 評価の総合得点と Gx、Gy との間の相関

業務未経験者の場合、前後および左右方向の貨客への荷重をあらわす Gx、Gy と総合得点との間には相関は認められなかった（相関係数； $-0.12$ 、 $-0.06$ ）すなわち、運転の“穏やかさ”と評価得点の間に特に関係はないといえる。



(b) 評価の総合得点と確認頻度との間の相関

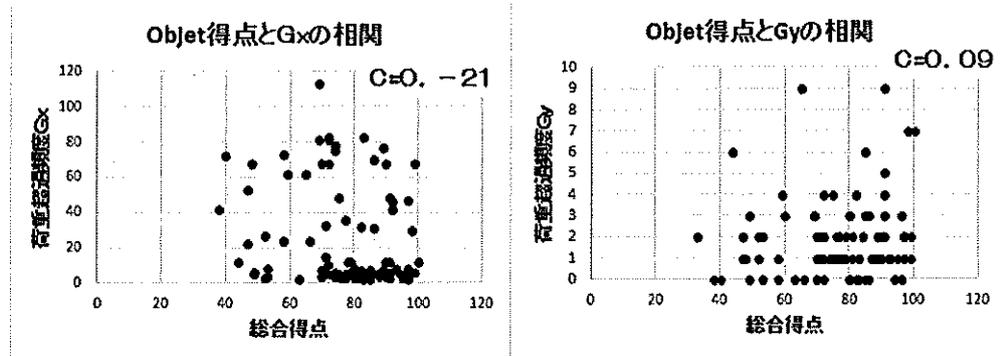
確認頻度の場合、左右両側の確認において中程度の相関（相関係数； $0.54$ 、 $0.58$ ）が認められその両者はほぼ等しい。つまり、確認頻度が高いほど評価の得点も高いということが出来る。このことは、“確認”という同じ動作についての分析であるので当然ともいえるが、業務未経験者においては頻度をあげる（ある意味では無駄な確認数も増える）が必要な確認を増やすことにつながっている、といえる。



② 業務経験者における評価結果と潜在要素との関係

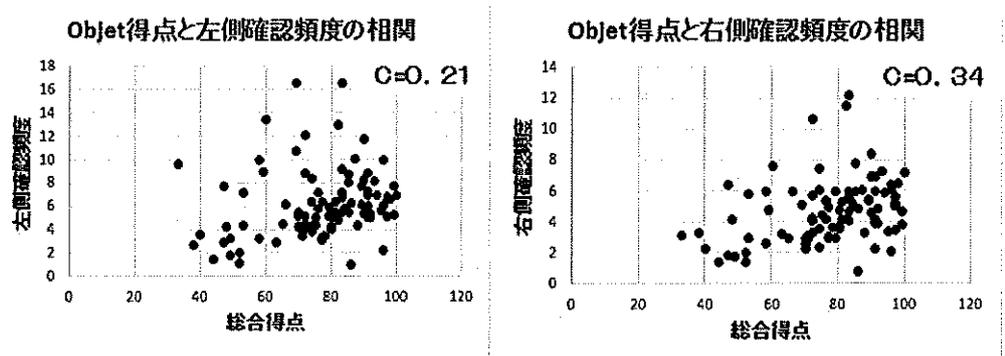
(a) 評価の総合得点と Gx、Gy との間の相関

業務未経験者と比べ、 $G_x$ のみで相関係数の減少があつて弱い負の相関を示した ( $C = -0.21$ ) が、 $G_y$ については相関がないままであつた。前後方向 ( $G_x$ ) の加減速の滑らかさについて、未経験者でも相関係数が負の傾向を示していたことから、この結果だけで業務の経験の有無での差を結論することは難しいと思われる。



(b) 評価の総合得点と確認頻度との間の相関

業務経験者の場合、未経験者と同様左右確認ともに確認頻度と総合得点の間には正の相関が存在する (係数值 ; 0.21, 0.34) が、その値はいずれも弱い相関の範囲にとどまっております、業務未経験者よりも相関の程度は低い。すなわち、業務経験を経ることによって、無駄な確認数を増やすことなく必要な確認をおこなう、あるいは逆の場合であれば確認数の減少とは別に確認の各要素 (角度、時間幅、タイミング) についてそれぞれに固有の不適切さをもっている、など運転者固有の理由 (運転手法) が顕在化する傾向がみられるといえる。



以上の結果をまとめると、下の表のようになる。全体として、 $G_x$ および $G_y$ については総合得点との相関はほとんどない一方で、左右の確認頻度については、業務経験をもつことによって、総合得点との相関が明確に弱くなっていることが示された。

## 評価結果と潜在要素の間の相関係数と業務経験

相関組合せ	業務未経験者	業務経験者
Gx/総合得点	-0.12	-0.21
Gy/総合得点	-0.06	0.09
左確認頻度/総合得点	0.54	0.21
右確認頻度/総合得点	0.58	0.34

### 2. 中央研修所コースでの計測結果と考察

「I. 2 研究の視点と方法」で述べたように、本研究では危険に遭遇するよりも前の段階で危険予測の意識（緊張）とこれに基づく予備的対処行動を計測の対象とするため、運転に対する緊張の程度が結果に大きく影響する。このため通常の計測では実際の運転と同等の条件として一般公道での運転を中心としておこなうが、そのなかでもさらに道路（コース）への慣れ、同乗の観察者に対する緊張のほぐれ、などの効果についても影響を受ける可能性がある。このため、これら“緊張の緩和”の効果の程度についてあらかじめ検証するため、走行条件を精細に制御できるコースを使用したうえで二周くりかえして走行し、それぞれで運転行動を計測した。このような制御可能なコースとして、自動車安全運転センター中央研修所（茨城県ひたちなか市）内模擬市街地コースを使用した。さらに、いくつかの地点については、交差点の見通し条件を変えて走行することで、交差点前方の見通しの違いによる交差点前の運転行動の変化についても計測、分析した。使用したデータ数は、14名による42走行となった。



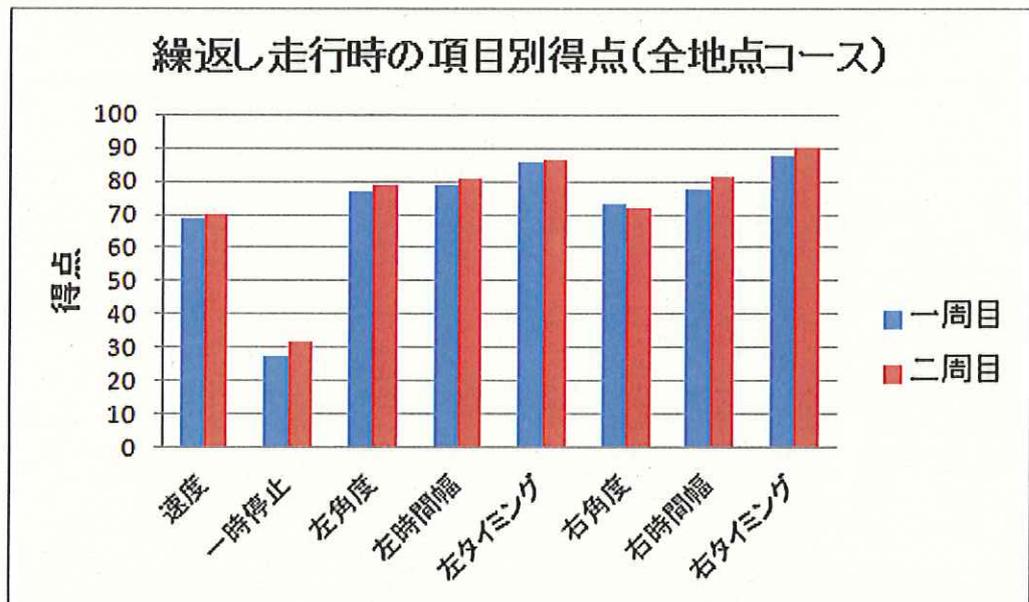
中央研修所内での計測走行の様子

#### 2. 1. 複数回走行の比較：“慣れ”の効果

同一コースの二周走行における評価得点を比較したのが下のグラフである。それぞれの各要素への分布のパターンは極めて似通っているが、職業運転手や一般のドライバーが全国各地で行った計測結果と比較すると、左右それぞれ、特に右側確認でタイミングの得点その他の角度や時間幅の得点と比べて高い点が特筆される。前者の場合であれば、三種のうちでもっとも高い得

点を示すのは時間幅であることが多い。このことは、今回の実験コース特有のことと思われるが、違いとしては模擬市街地コースではほとんどの交差点で見通しが極めて良いこと、自車以外の自動車や歩行者、軽車両の通行がまったくないこと、などが環境の違いとしてあげられる。

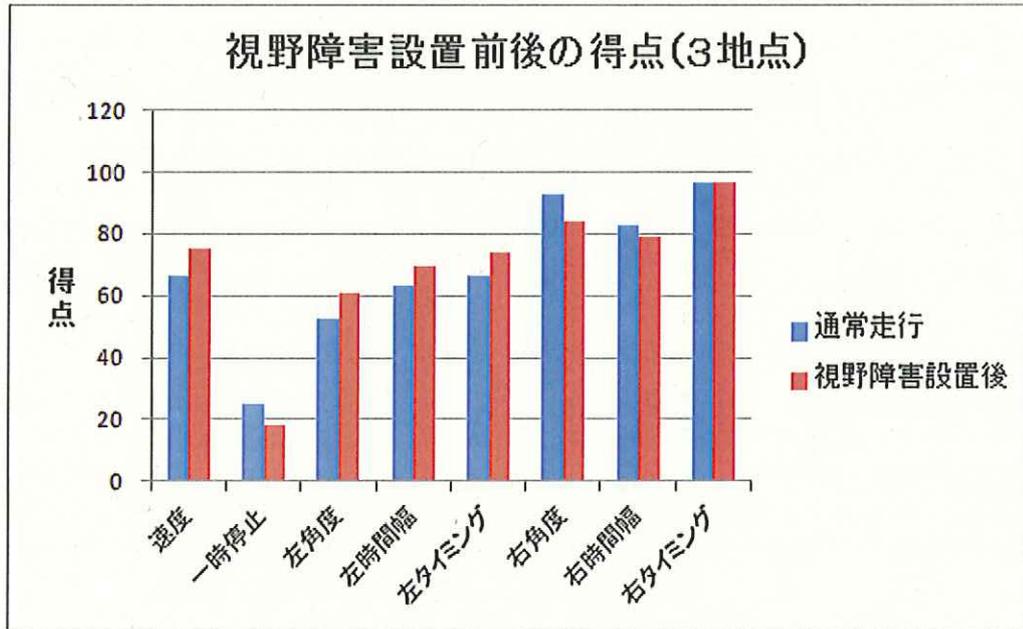
下のグラフで二周走行の前後を比較した場合、ほとんどの項目で二周目のほうが若干（＜7）得点が高くなっていることが観察されるが、被験者数が少なくそれぞれの標準偏差がかなり高い（10～27）ため、有意な違いがあると断定できない。ここでは、同一コースの繰り返しによる“慣れ”の結果としての①行動の単純化による得点の減少、あるいは②心理的な余裕による形式的な運転行動の徹底による高得点化の二つの可能性を想定したが、今回の結果においては、いずれも効果が少なかったか、あるいは両方の効果が打ち消しあったかは不明である。



サンプル数  $n = 14$ 、標準偏差：10～27

## 2. 2. 見通しの変化による運転行動への影響

次に、上とは別の交差点を選び、交差点直前または直後の道路横または隣接レーン（図）に置き、それぞれの交差点での見通しを劣化させた。下のグラフは、劣化させる前と後の走行での得点の比較である。この場合、やはりサンプル数が限られているために誤差が大きく（標準偏差；13～26）、明確な変化を読み取ることはできないが、左側確認の3項目の得点がすべて増えており、右側確認の3項目はすべて減少している。このことは、この実験に用いた3地点すべてがすべて左折であったことと関係しているのかもしれない。その場合、見通しの悪化にしたがった確認行動の改善、およびそれに伴う反対側確認への不注意などが想定される。これらに関する詳細の内容を知るためにはさらに種々の条件（右左折、視野障害の場所など）を設定し、サンプル数を大きくとった調査を待つこととなる。



サンプル数  $n = 14$ 、標準偏差：13~26

#### IV. まとめと今後の展望

本研究では、多田ら[1]によって開発された運転行動評価装置（商品名 Objet）の評価体系にもとづき、600名以上の運転走行を対象としてその運転行動の様相を分析した。職業運転手への効果的なアドバイスを行うシステムの構築を最終的な開発目標とするため、対象運転者は業務として運転をおこなう職業運転手とし、その対照として職業運転手を志望する者の研修中（業務開始以前）での運転を採用した。

今回得られた結果は以下のとおりである。

##### 1. 各評価項目の業務経験者/未経験者での得点の比較

大半の項目で未経験者のほうが高い得点を示したが、有意な差ではない。一般の運転者と類似の傾向を示した。（左右確認ともに時間幅得点が他の確認項目よりもやや高いこと、一時停止得点が速度得点よりも低いこと）

##### 2. 各評価の業務経験年数との関係

一時停止得点と経験年数が有意な負の相関（係数値； $-0.30$ ）をもつ。時間幅得点と経験年数の間において、左右確認ともに同程度で負の弱い相関（ $-0.19$ 、 $-0.20$ ）をもつ。他項目では相関がない。

##### 3. 業務経験者/未経験者での各評価項目得点間の相関の様相

各項目得点間で明確な相関を持つことを発見した。左側確認で、経験の長さに従った系統的な変化がある一方で、右側確認の各項目間では経験年数に変化がないことを見出した。（左側確認：時間幅確認/角度→相関係数値増大、時間幅/タイミング→係数値増大、タイミング/角度→係数値減少）

##### 4. 評価結果提示前後の走行の評価得点の差異の様相（業務経験年数依存をふくむ）

業務経験年数との相関係数を求めると、一時停止の項目で弱い負の相関、右確認の時間幅項目において正の相関が認められ、それ以外では相関がなかった。右確認の時間幅項目での正の相関は、得点自体の経験年数との負の相関と反対の方向をもつ。

##### 5. 評価結果提示前後の走行の評価得点の差異のあいだの相関の様相

タイミング/角度の間の相関で強い相関を示し（係数値 $>0.83$ ）、他で中程度の相関を示した。左右確認、業務経験の有無で大きなちがいはみられなかった。

##### 6. 運転行動の潜在要素と業務経験の有無の関係

$G_x$ 、 $G_y$ 、左右確認頻度、業務経験の有無において、前後方向の荷重頻度 $G_x$ を除き、すべて正の値をとったが、総じて大きな変化はみられなかった。統計的に有意な差ではないが、すべての場合の確認頻度で講習後に数値が若干上昇すること、前後方向の荷重頻度 $G_x$ の改善（減少）が、業務未経験者の $-1.2$ から業務経験者の $-0.18$ と $1/7$ 程度に縮小した点などが注目される。

##### 7. 運転行動の潜在要素と総合得点との相関

$G_x$ で業務未経験者の総合得点との間に相関がないのに対し、経験者の場合には弱い負の相関を持つ。 $G_y$ では業務経験の有無にかかわらず相関がない。左右確認頻度と総合得点との間には弱い、または中程度の相関があるが、左右ともに未経験者での相関より

も経験者での相関が弱い（左；0.54→0.21、右；0.58→0.34）。

8. 走行コースへの“慣れ”の効果（実験コースでの実験）

同一コース同一条件の走行で、一周目よりも二周目のほうが得点の高い項目が多かったが、いずれも統計的に有意な差ではなかった。

9. 地点周囲の見通しの有無による評価得点の変化（実験コースでの実験）

統計的に有意な差がなかったが、左折の複数地点で前方または左横の視野を妨げた場合、左確認項目と速度の得点が上昇し、一時停止と右確認項目では得点が減少する傾向が推測される。

今回の研究では、評価得点そのもの、評価結果提示の前後比較、直接の評価対象と異なる運転行動要素（潜在要素）の場合およびこれらの経験年数との関係についてそれぞれ分析を行ったが、その3者で共通して言えることは、評価得点そのものの比較においては明確な差を見出すことは困難であったのに対し、これらの他との関係（相関）を調べることで全く新規な行動特性を見出すことができた。特に、評価項目得点の間の相関をとる手法については、従来なんとなく「関係しても不思議はない」程度のものであったのに対し、今回の大量のデータ集積から導き出された定量的数値およびその分布性向などは、運転時の行動特性について定量的な知見と今後の行動理解のための手掛かりを与える有効な手法であることを明らかにした。その意味で、これら項目間の相関の発見自体が本研究の最初の成果といえる。

これら相関の具体的内容として今回の研究により明らかになったこととして、一時停止と確認の時間幅の二者においてのみ経験年数の効果が見いだされたこと、項目間の相関については、左側確認でのみ業務経験の長さに従った系統的な変化がみられ、右側確認ではみられなかったこと、の二つがある。さらに、評価結果の提示による自覚的变化については、右側確認の時間幅項目における業務経験による変化が得点そのものの業務経験による変化と逆の方向をもつことが明確な発見といえる。これら、およびその他の現象の本質的理解については心理学など他分野の知見も合わせて今後研究を進める必要があるが、現象としては業務経験者に対するアドバイスシステムでのアドバイスの出し方に重要な方向性を与えるものである。

運転行動の潜在要素の分析結果では、走行中の確認頻度が左右の確認得点と中程度の相関を持つことが示され、その相関が業務経験によって弱くなることがあきらかとなった。このことは、業務経験による熟練によって“無駄”な確認行動が安易に増加しないことを表す可能性がある。

実験コースでのコースへの“慣れ”による影響については、明確な変化はみられなかったが、視野を制限した場合には若干の変化がみられた。しかし系統的な結果ではなく、見通しの悪さが注意深い運転につながる、という一般的な傾向に沿ったもののように見える。

今回の研究は、身体装着センサを用いてリスクへの準備行動を計測分析するカテゴリの研究のなかで、乗客運送業の研修現場での大量実践データを分析し、特徴的な運転行動特性を定量的に明らかにした点で意義の高いものであるが、種々の実験条件を研究目的のために制

御することが困難であることなどから、サンプルの分類や分析の精度についても今後の向上の余地がおおきい。また、各項目間の相関特性なども予想外に広く見いだされたにもかかわらず、当面の計測で解析可能な量だけで調査したのみであって、未だ抜けが多いものと思われる。今後はデータ精度、計測条件、運転者属性情報、分析手法などの高度化を図りながら、運転者の行動特性を系統的に理解する方向に進むことが望ましい。

本研究の目的である事業用自動車用運転行動モニタの構築に対して、今年度の研究結果では、内容に関しては事業経験者特有の運転特性の発見など極めて多岐にわたる有意義な成果がいくつも得られたが、これらはすべて基礎研究としての解明のレベルであって、応用製品でそのまま使用できる具体的な処方箋にまでは至っていない。これについては、後年度のシステム構築の際に再度検討することにより、最適な応用方法を組み立てる必要がある。今回の結果が多様な内容をもつため、単にコメントの選択のみならず、タイミングや表現など多様な側面で効果的なアドバイスシステムの構築に役立てることができる。

## 引用文献

- [1] 多田昌裕、「装着型センサを用いた運転技能自動評価システムとその応用」、自動車技術、Vol64, No10, pp. 66-71 (2010).
- [2] 多田昌裕 他、「運転挙動解析におけるアイマークレコーダとジャイロデータの関連性の検討」、映像情報メディア学会技術報告、vol. 33, No. 54, pp. 33-36 (2009).
- [3] M. Tada et. al., 「Elderly Driver Retraining Using Automatic Evaluation System of Safe Driving Skill」、Intelligent Transport Systems, DOI: 10.1049/iet-its.2013.0027, (2013).
- [4] 中田隆司 他、「企業における運転者教育の充実と Object による運転行動評価との関連」、日本交通心理士会誌、vol. 5, pp. 26-29 (2013).