

音声操作課題を対象とした車線変更テストの感受性^{*1}

— 感受性向上のための新しい指標化の試み —

Sensitivities of Lane Change Test (LCT) to Auditory Tasks

— Devised Measurement for Lane Change Initiation to Make LCT Efficient —

大 谷 亮^{*2}

Akira OHTANI

宇 野 宏^{*2}

Hiroshi UNO

麻 生 勤^{*2}

Tsutomu ASOH

中 村 之 信^{*3}

Yukinobu NAKAMURA

丸 中 謙 司^{*4}

Kenji MARUNAKA

Abstract

The Lane Change Test (LCT) is discussed in ISO/TC22/SC13/WG8 as a surrogate method to assess the task demand caused by traffic information and control systems (TICS). This paper describes experiments on sensitivities of LCT to demand differences among auditory tasks such as route guidance tasks. Results demonstrated that Mdev, an LCT measure, was significantly influenced by drivers' familiarity with LCT, and, if participants were familiar with it, sensitivities to differences among auditory tasks decreased. The time from sign indications for changing lanes to movement of the imaged vehicle was a good indication for distinguishing differences among auditory tasks and was not related to driver familiarity with LCT. It is necessary to relate LCT measures to kinds of TICS tasks.

1. はじめに

現在, ISO/TC22/SC13/WG8 (車載機器のヒューマンインターフェイスに関する標準化を担当; 以下, 「WG8」という) において, 車載機器からの情報取得や操作に伴うドライバの負荷を推定する代替手法の一つとして, 車線変更テスト (以下, 「LCT」という) が審議されている。これはパーソナルコンピュータ (以下, 「PC」という) 上に設定された模擬車線変更課題を実施しながら, 評価対象である車載機器操作を同時に行う二重課題状況を設定し, 車線変更課題の成績をもとに, 機器操作から生じる負荷を推定しようとするものである。LCTは視認操作課題だけではなく, 音声操作などの視認を伴わない評価対象タスクにも適用できる期待が持たれている。

ただし, 視認操作課題を対象として, LCTの課題間の差の感受性を検討した前報では, 同じ視認操作課題による負荷の代替手法であるOcclusion法 (視界遮断により, 視認時間を測定する方法) に比べて, LCTの感受性が小さいこと¹⁾, およびLCTの感受性はドライバの特性に大きく依存すること²⁾が示されている。

そこで, 本研究では, 音声操作課題を対象として, LCTの感受性を調査し, あわせてLCT成績の把握に適切と見られる指標を検討した。

2. 方法

2.1 LCT

前報と同様に, WG8での検討に利用されているソフトウェア (バージョン1.2) を用いた^{1), 2)}。このソフトウェアでは, 全長約3,000mの3車線道路上にあらかじめ18カ所の車線変更指示標識が平均150m間隔で設置されており, 車線変更の指示内容は被験者が標識設置の40m手前に接近した時点で

* 1 原稿受理 2007年7月18日

* 2 (財)日本自動車研究所 予防安全研究部

* 3 (社)日本自動車工業会 HMI分科会長

* 4 (社)自動車技術会 ヒューマンインターフェース分科会長

ポップアップ表示される (Fig. 1). 被験者は、表示内容に従い、走行中の車線から指示された車線への移行を求められる。車線変更のパターンは6通りである。走行速度はアクセルペダルを最大に踏み込むことで60km/hを維持する仕様であり、1回のLCTセッションの実施に約3分間を要する。

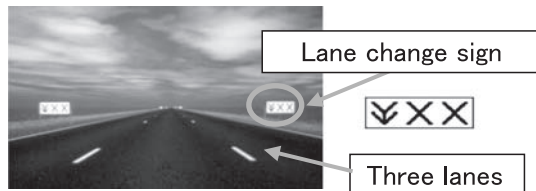


Fig. 1 Frontal view of LCT

本研究では、LCTの風景表示に17インチCRTディスプレイを用い、ステアリングホイールとアクセルおよびブレーキペダルには、Microsoft社製のPCゲーム用装置を用いた。

2.2 評価対象課題

LCTの有用性を調査するため、課題の内容が異なる計6種類の音声操作を設定した。

- (1) 経路案内課題；勤務地から自宅までの経路を口頭で説明するよう被験者に求めた。ここで、経路中に存在するランドマークや道路の車線数などをできる限り想起して回答するよう教示した。また、実験者からの経路に関する質問があった場合には、答えるように求めた。
- (2) 文章ニュアンス判断課題；あらかじめPCに記録した文章を再生し、呈示された文章の意味が適当であるか否かを判断して口頭で回答するよう被験者に求めた（例えば、石を投げるは正答、石が投げるは誤答）。文章呈示後の回答時間を2種類（3秒と1秒）設定することにより、難易度の異なる課題を2種類設定した。
- (3) 単語想起課題；あるカテゴリ（例えば、鳥）に属する異なる固有名詞（例えば、ツバメやハト）を10個想起して、口頭で回答するよう被験者に求めた。
- (4) ナビ音声操作課題；被験者の音声入力をトリガーとして、画面を切り替えて階層を更新するカーナビゲーション（以下、「ナビ」という）課題を設定した。被験者の音声入力7回とし、入力に対応するナビの各階層の応答の長さ（以

下、「メッセージ長」という）の異なる2種類の課題を設定した。メッセージ長3秒では、「首都高速道路の浦安から空港中央までの渋滞情報」を表示する交通情報表示課題とした。また、メッセージ長12秒では、近隣のコンビニを目的地として設定する目的地設定課題とした。なお、音声表示とともに、7インチディスプレイに白色の背景に黒文字でメニュー項目を表示した。

2.3 測定指標

- (1) Mdev；WG8で提案されているLCT成績の指標であり、あらかじめ定めた基準軌跡からの偏差量（Mean deviation；以下、「Mdev」という）と定義した。すなわち、LCTセッションごとに、スタート標識地点通過後の3分間の被験者の車両軌跡を記録し、これとTable 1とFig. 2の設定値に従う基準軌跡との平均偏差量をLCT成績とした。なお、Mdevは、評価対象課題を実施していない区間のデータを除外して集計した。

Table 1 Setting values of Normative model

Setting items	Setting values
Start lane change	30m before sign
Change length for one lane	10m
Change length for two lanes	10m

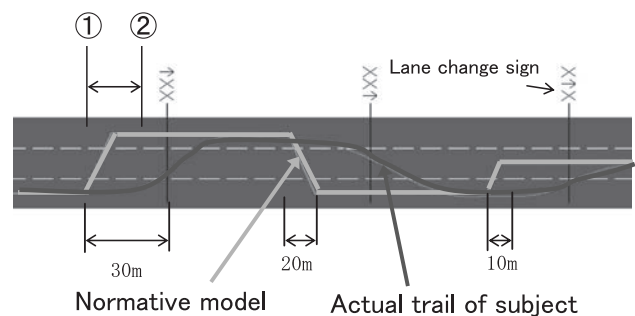


Fig. 2 Example of actual trail of subject to normative model

- (2) 車線変更時間；車線変更指示標識がポップアップ表示して、被験者が反応し、実際に模擬車両が横方向に動き出すまでの距離 (Fig. 2の②-①) を求めて、設定速度60km/hで除することにより、車線変更時間を算出した。
- (3) 評価対象課題成績；車線変更課題成績とのトレードオフ関係を調べるため、評価対象課題成績（正答率や所要時間）を測定した。

2.4 手続き

WG8で推奨されている手続き²⁾に基づいて、実験を行った。すなわち、①評価対象課題の練習、②LCTのみの練習 (Mdevが1.0mになるまで反復練習)、③LCT+評価対象課題の実施、の順に実験を行った。LCT+評価対象課題の実施では、6種類の音声操作課題ごとに実験セッションを行った。他に車線変更課題のみを実施する3回のベースラインセッションを設けて、計9セッションを実施した。1走行約3分間の実験セッション中に、実験者による評価対象課題の操作開始の指示に従い、同じ課題を反復するよう被験者に求めた。また、WG8での提案に従い、車線変更課題と評価対象課題の遂行が同等に重要である旨を被験者に伝え、LCT課題は車線変更の指示内容を確認したら即座に車線変更を行い、評価対象課題も出来るだけ速く正確に操作するよう教示した。ここで、LCT実施中に評価対象課題操作を誤った場合には、そのLCTセッションを再度実施してデータを測定し直した。

2.5 被験者

LCT課題に対するドライバの慣れの影響を調査するため、被験者を2群に分けて、実験を実施した。

- ・**既知群**：以前にLCTを行った経験があり、手続き③において、二重課題状況の練習を行った被験者8名 (男性6名, 女性2名)。平均年齢31.0歳 (SD5.0歳), 免許取得後平均経過年数12.0年 (SD4.8年)。
- ・**未知群**：以前にLCTの経験がなく、実験手続き③において、二重課題状況の練習を行わなかった被験者8名 (男性7名, 女性1名)。平均年齢36.0歳 (SD11.5歳), 免許取得後平均経過年数17.0年 (SD11.7年)。

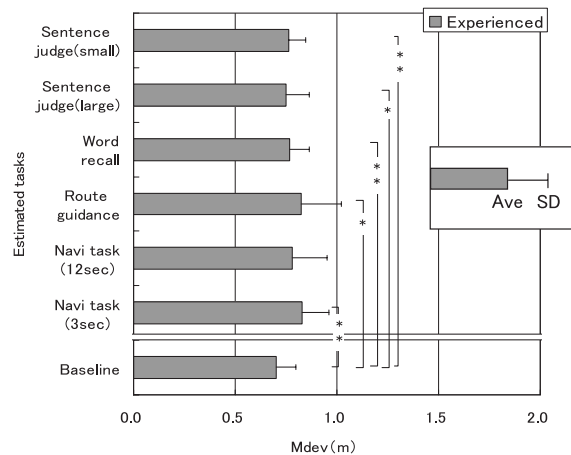
なお、実施に際して、被験者に実験の趣旨を説明し、参加の同意を得た。

3. 結果と考察

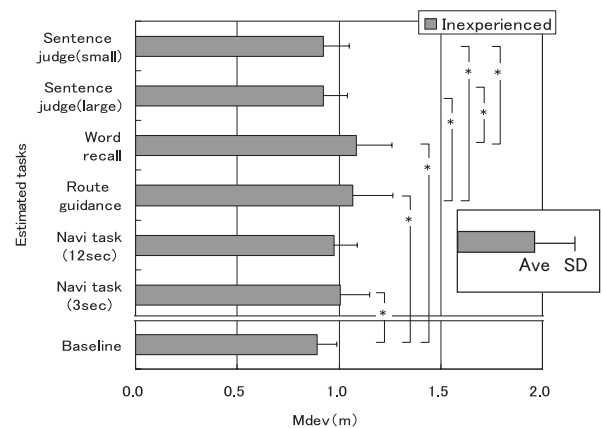
評価対象ごとに、既知群と未知群別にMdevと車線変更時間の平均値と標準偏差を求めた。なお、評価対象課題成績を求めた結果、Mdevや車線変更時間とのトレードオフ関係は見られず、被験者は両課題に同等の注意を払って行っていたことを確認した。

3.1 Mdev

Mdevを指標とした場合、既知群では、ベースラインと一部の評価対象課題との間に差が見られたものの、評価対象課題間に有意差は認められなかった。これに対して、未知群では、評価対象課題間に有意差が見られ、想起を要する経路案内課題や単語想起課題は、文章ニュアンス判断課題に比べて、Mdevが大きかった (Fig. 3)。



(a) Results of experienced subjects



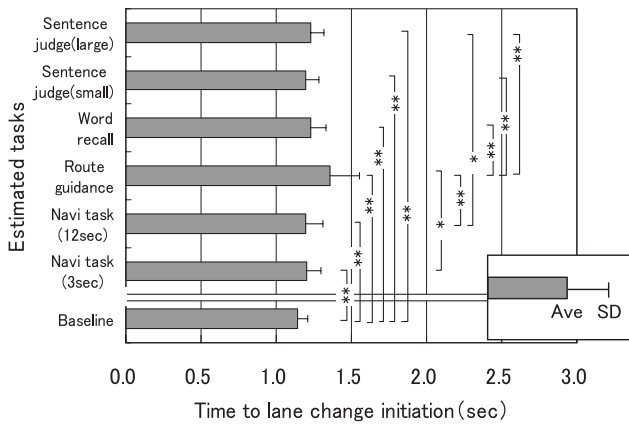
(b) Results of inexperienced subjects

Fig. 3 Mdev for auditory tasks on experienced and inexperienced group (**; $p < .01$, *; $p < .05$)

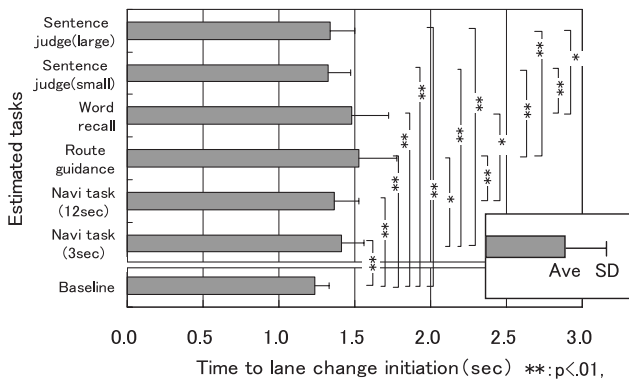
以上より、音声操作課題においても、前報の視認操作課題と同様に、被験者の特性がMdevに大きく影響しており、課題に慣れた被験者では感受性が小さくなることがわかった。なお、本研究では、既知群と未知群とも評価対象課題には不慣れであり、被験者群の違いはLCT課題に関する先行経験の有無であった。したがって、LCT課題に慣れたか否かがMdevの感受性に影響を及ぼしたと考えられる。

3.2 車線変更時間

車線変更時間を指標とした場合、既知群と未知群ともに、評価対象課題間に有意差が認められ、経路案内課題は、他の評価対象課題に比べて、車線変更を開始するまでの時間が大きかった (Fig. 4)。



(a) Results of experienced subjects



(b) Results of inexperienced subjects

Fig. 4 Time to lane change initiation for auditory tasks on experienced and inexperienced group

以上より、Mdevに比べて、車線変更時間を指標とするほうが、評価対象課題間の差の感受性が大きくなることがわかった。また、車線変更時間は、被験者の特性にかかわらず、課題間の差を検出できることが示された。

4. まとめ

本研究では、音声操作課題を対象にして、LCTの課題間の差の感受性を調査した。得られた結果は、以下のとおりである。

- ・前報の視認操作課題と同様に、Mdevの感受性は被験者の特性に依存し、LCT課題に慣れたドライバーでは、感受性が小さかった。
- ・車線変更指示標識の内容が出てから、ドライバーが反応して、模擬車両が車線を移動するまでの時間を指標にすると、課題に慣れたドライバーでも課題間の差の感受性が向上した。
- ・今回対象とした音声操作課題では、想起を伴う経路案内課題において、LCT成績が大きかった。

以上より、視認操作課題と同様に、音声操作課題でも、Mdevを指標として用いる場合には、ドライバーの選定などに十分配慮する必要があると考えられる。また、Mdevに替わって、車線変更指示が表示されてから、ドライバーが操作する模擬車両が移動するまでの時間を指標にすると、課題に慣れたドライバーを対象にしても、課題間の差の感受性が向上し、特に、経路などを想起して口頭で説明するような課題と他の課題を弁別するのに有用であることが示された。

車載機器操作などに伴うドライバーの負荷を評価する代替手法には、課題間の差の感受性が高いことが求められる。これに加えて、実車での走行におけるトラッキング作業と検知反応作業の各側面を備えるタスクである必要がある。今後、音声操作課題において、LCTにより評価した結果と実車走行時の安全性に関わる指標との関連を調査することが重要であろう。また、評価対象課題の特性（例えば、視認を伴うか否か）ごとに、感受性の高い指標を明らかにして、整理する必要がある。

参考文献

- 1) 大谷 亮ほか：車線変更テストの感受性についての予備的検討－視認操作課題を対象としたOcclusion法との比較－,自動車研究, Vol.27, No.4, p.21-24 (2005)
- 2) 大谷 亮ほか：ドライバディストラクション評価の代替手法としての車線変更テストの妥当性に関する検討－課題に対するドライバーの慣れの影響－,自動車研究, Vol.28, No.4, p.11-14 (2006)