

# ⑪ 運転支援システムにおける支援操舵から手動操舵への切り替え時の運転者の緊急回避特性

自動車安全研究領域  
芝浦工業大学

※廣瀬 敏也  
澤田 東一

高橋 国夫 波多野 忠 谷口 哲夫

## 1. はじめに

近年、運転時における運転者の負担を軽減させるべく、車線維持支援システム（以下、支援システム）が実用化されている。支援システムを使用することで、運転者は車線を走行する負担を軽減することができる。しかし、運転者が支援システムに依存するあまり、ハンドル不保持や前方不注視といった、運転に対する従事度合の低下を招く可能性がある<sup>1)</sup>。従事度合が低下した状態で支援システムが緊急停止すると、運転者は突発的に手動操舵を行うことになり、運転に危険が生じることが考えられる。

本研究は、支援システム使用時の運転に対する従事度合が、支援システム停止後の緊急回避操舵に与える影響を検討するものである。

## 2. 実験装置および方法

実験はドライビングシミュレータを用いて行う。被験者は普通自動車免許を所持する21~25歳の男性8名とする。実験時における、被験者の運転に対する従事度合を表1に示す。パターンMは手動操舵であり、運転に対する従事度合が最も高い。パターンAにおける運転者の従事度合は、支援システムの補助によりパターンMに対して低下するものと考えられる。パターンB、およびパターンCは支援システムに依存した状態とする。パターンBは支援システム使用時にハンドル不保持・前方不注視を維持し、パターンCはハンドル保持・前方不注視を維持する。なお、前方不注視は運転席の左脇に設置したディスプレイに表示する2~6桁の数字と色を読み上げる。支援システムの使用時間の影響等を考慮して、走行距離および回避パターンの異なる2種類の実験コースを設定した。

図1に1kmコース走行後の緊急回避操舵の概要を

示す。被験者は各従事度合の状態では支援システムを使用し、右車線を100km/hで走行する。走行中、交通事故によって前走車両が停止し、警報音と共に支援システムが停止する。被験者は手動操舵によって前走車両に追突することを回避する。支援システムが停止してから前走車両に追突するまでの時間（以下TTC）は1.7秒から0.1秒毎に2.2秒まで設定した。

図2に10kmコース走行後における緊急回避タスクの概要を示す。被験者は支援システムを使用して左車線を100km/hで走行する。走行中、前走車両の積載物の落下により警報音と共に支援システムが停止する。被験者は手動操舵によって積載物に追突することを回避し、緊急回避後は右車線を走行する。10km走行時はパターンA、C、Mの従事度合にて走行し、TTCは1.7秒から0.1秒毎に1.9秒まで設定した。

Table1 Experimental condition

	Assisted Steering	Steering wheel	Viewpoint
Pattern M	Off	Hold	Front gaze
Pattern A	On	Hold	Front gaze
Pattern B	On	Not Hold	Not Front gaze
Pattern C	On	Hold	Not Front gaze

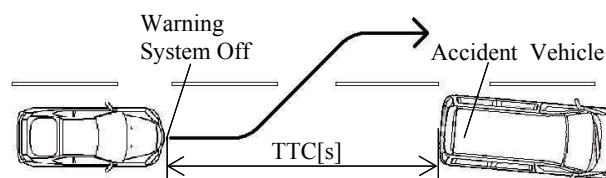


Fig1. Experimental course of emergency Avoidance (1km)

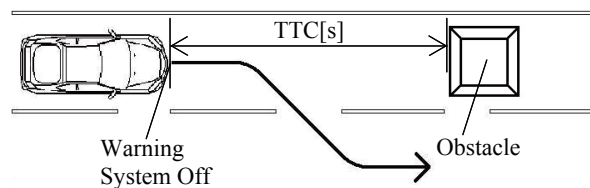


Fig2. Experimental course of emergency Avoidance (10km)

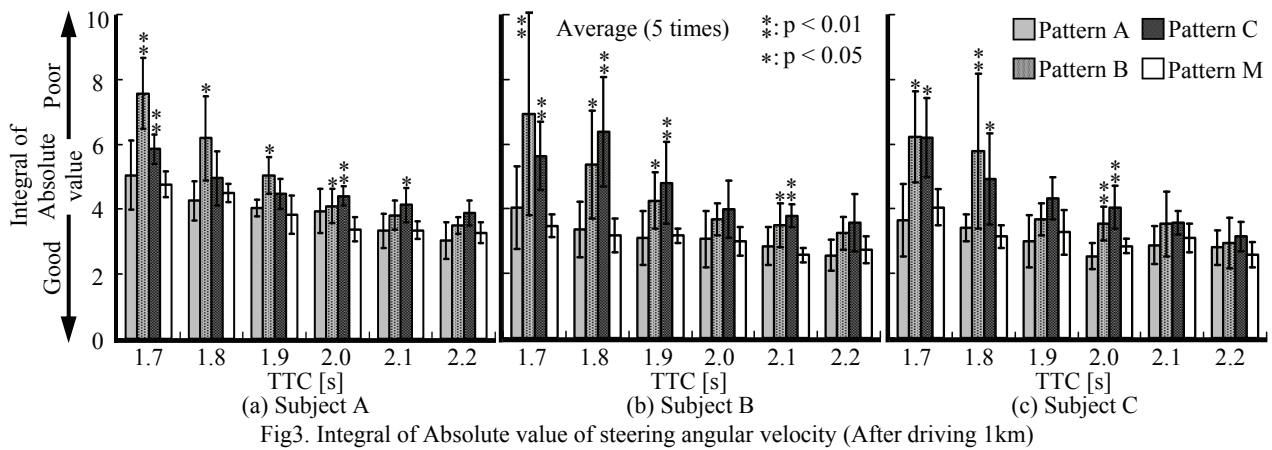


Fig3. Integral of Absolute value of steering angular velocity (After driving 1km)

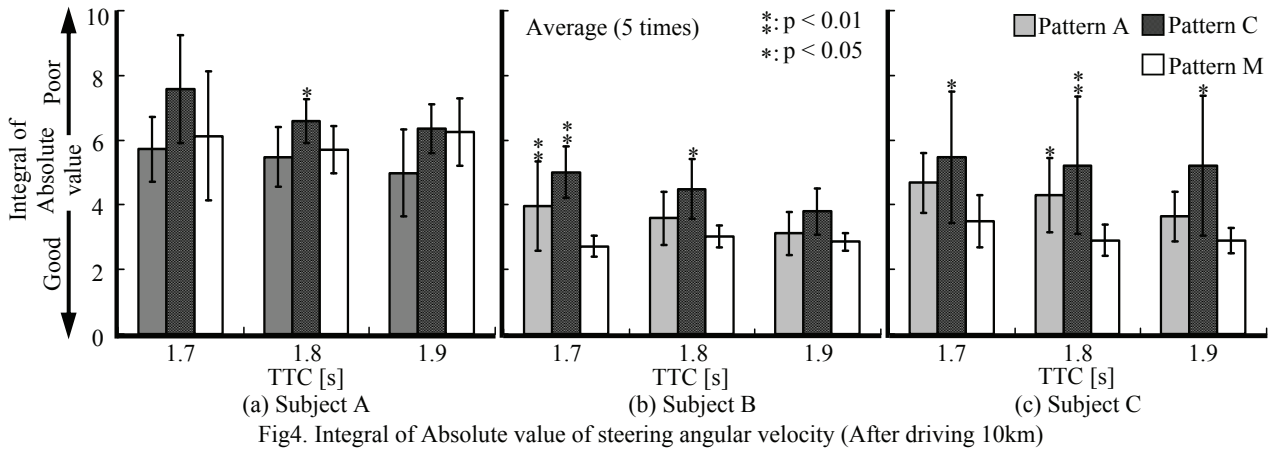


Fig4. Integral of Absolute value of steering angular velocity (After driving 10km)

### 3.実験結果および考察

#### 3.1 1km走行後における緊急回避制御の成績

図3に1km走行後に緊急回避制御を行った場合における操舵角速度の制御面積 (Integral of Absolute value) の絶対値を示す。本研究においてはパターンMの操舵角速度の制御面積を被験者固有の緊急回避制御量とし、パターンA、B、Cの操舵角速度のIAEと比較することで制御成績の評価を行った。図3より、従事度合が低いパターンほど制御面積値が大きい。TTCが長くなるとパターンA、B、CがパターンMに近づく傾向を示した。

パターンMとパターンA、B、Cの間に対して有意差検定を行った。検定結果を図3中に\*として示す。パターンMに対するパターンAの有意差は全てのTTCにおいて検出されなかった。したがって、支援システムを前方注視・ハンドル保持の状態で使用することで、緊急回避時においても手動運転と同等の緊急回避制御を行うことができる。また、TTC2.2秒においてはパターンA、B、CのパターンMに対する有意差が検出されなかった。TTCが長くなり、認知・判断に必要な時間が確保できると、パターンMと同等の緊急回避制御が可能になる。

#### 3.2 10km走行後における緊急回避制御の成績

図4に10km走行後に緊急回避制御を行った場合における操舵角速度の制御面積を示す。従事度合が最も低いパターンCの制御面積が最も大きくなる傾向が示された。また、一部のパターンA、Mの制御面積は1km走行実験時と比較して値が大きくなっている。10km走行後の緊急回避制御は1km走行後に比べて従事度合の影響を強く受けると考えられる。

1km走行実験と同様の条件でパターンMとパターンA、C間に対して有意差検定を行った。検定結果を図4中に\*として示す。検定の結果、パターンAから有意差が検出された。したがって、前方注視・ハンドル保持といった従事度合が高いパターンAの状態であっても、長時間走行すると運転に対する意識が低下する可能性が考えられる。

#### 4.おわりに

本研究より、支援システム使用時の運転に対する従事度合と緊急回避制御の関係について、従事度合が低下すると緊急回避制御時の認知・判断・制御に遅れが生じ、TTCが小さいほど、また使用時間が長いほど、従事度合の影響が緊急回避制御の成績に現れることが明らかとなった。