

## ② 列車運転シミュレータを活用した運転支援装置の評価の取組

交通システム研究部 ※渡邊 翔一郎 竹内 俊裕 長谷川 智紀 山口 大助  
押立 貴志(客員研究員)

### 1. はじめに

#### 1. 1. これまでの研究と解決すべき課題

交通安全環境研究所は図 1 に示す列車運行システム安全性評価シミュレータ(以降、運転シミュレータとする)を有しており、車両の運転の模擬と運転操作の結果を記録することができる。また、運転支援手法の研究を行うため、運転シミュレータに対し、図 2 の赤枠のように、外部演算装置と運転支援装置を追加した。これにより、車両の運転に伴う消費エネルギー等の計算結果を基に、運転支援装置上で支援情報を提供することが可能となった。そして、外部演算装置で消費エネルギーの計算が妥当に行われていること及び運転支援に必要な運転曲線の計算結果がリアルタイムに得られることを確認した<sup>1)</sup>。

外部演算装置と運転支援装置を用いて、省エネルギーを目的とした運転支援手法の研究を進めていたところ、運転シミュレータの実験結果が必ずしも想定する結果と一致しないことがあり、改めて測定データを分析した。その結果、支援情報の提供から、運転士が運転操作を完了するまでの時間が結果に影響している可能性があることが判明した。

一方、現車では図 3 に示すように、支援情報の提供から車両が駆動するまでの間には、運転士の認知・判断・操作を含む遅延時間が生じる。先行研究では、現車試験において 2.5 秒の遅延時間を考慮した運転支援を行っている<sup>2)</sup>。

#### 1. 2. 本稿の目的

より現車に近いシミュレーション環境を構築し、支援方法の研究を進めるためには、遅延時間を確認する実験が必要と考えた。はじめに、運転シミュレータでは、車輪、モータ、等の車両機器は実装しておらず、図 3 に示す「車両が駆動するまでの時間」はゼロであることから、外部演算装置を活用して、測定データを分析すれば、支援情報の提供から運転士の操作完了ま

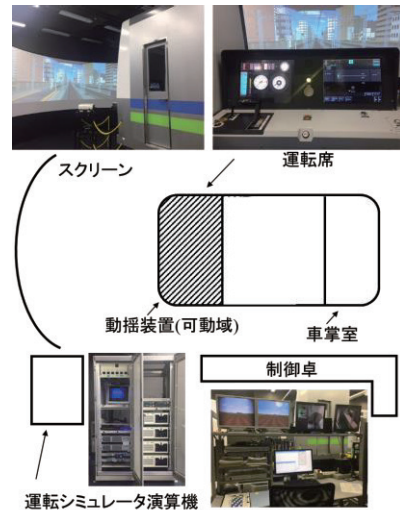


図 1 列車運行システム安全性評価シミュレータ<sup>1)</sup>

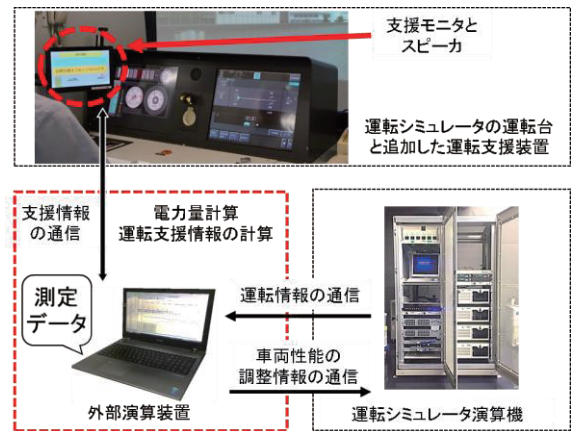


図 2 運転支援装置用の評価装置の構成

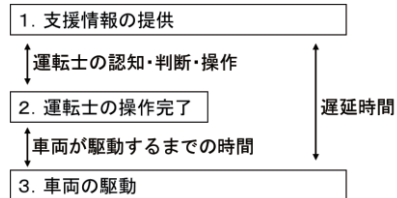


図 3 遅延時間の内訳

での時間を正確に測定することができる。そこで、支援情報の提供から運転士の操作完了までの時間を測定するため下記 2 の実験を行った。次に、先行研究の現車試験において測定された遅延時間との差を求め、

現車を想定した運転シミュレーションを行う際に考慮すべき「車両が駆動するまでの時間」を明らかにした。本稿では、これらの検討結果<sup>3,4)</sup>を報告するとともに、今後の研究の方向性について述べる。

## 2. 検証実験

### 2. 1. 実験条件

本実験では、支援情報の提供から操作完了までの時間を求めるために、運転操作開始後、車両が任意の位置に到達すると、運転支援装置上に非常ブレーキを取り扱うよう支援情報を提供し、合わせて同装置から警報音を出すように設定した。そして、外部演算装置の測定データを用いて支援情報の提供から操作完了までの時間を求めた。実験では、運転シミュレータの操作経験のある研究員3名を運転者として測定を行った。運転者には、事前にこの実験の趣旨を教示しつつも、支援情報が提供される位置は教示せず、1人の運転者につき5回測定を行った。

### 2. 2. 実験結果と考察

実験の結果を表1に示す。支援情報の提供から操作完了までの時間を平均すると、1.5秒であった。この時間は、図3に示した整理で考えると遅延時間に含まれるため、現車における車両が駆動するまでの時間を含めた遅延時間2.5秒より小さくなるとの予想に合致する結果となっている。これらの差を取ると車両機器が駆動するまでの時間を導くことができ、その時間はおおよそ1.0秒であることが明らかになった。また、情報を提供した時点でのノッチ位置が操作時間に及ぼす影響も合わせて分析したところ、それらに相関関係は認められないことも確認できた。

### 3. 結論と今後の課題

本研究では、運転シミュレータと外部演算装置を活用し、運転支援情報の提供から運転士の操作完了までの時間を測定した。支援情報の提供から運転士の操作完了までの時間は、実験の結果約1.5秒であった。この結果と先行研究の結果を比較して、操作完了から車両機器が駆動するまでの時間は約1.0秒であることを明らかにした。この時間を考慮すれば、より現車に近いシミュレーションを行うことが可能となる。

今後は、遅延時間を考慮した支援情報の提供により、想定する結果と実験結果との再現性の検証を進める予定である。加えて、運転支援方法の研究を深度化

するためには、車両のHMI (Human Machine Interface) 機器の高性能化に対応する必要があるため、図4に示すタッチパネルディスプレイの活用や指令所と運転士の相互通信を模擬する等、運転シミュレータを活用した実験を進めていきたい。

表1 情報提供から操作完了するまでの時間測定結果

	試行回数	運転支援装置から指示された時点でのノッチ位置	支援情報の提供から操作完了までの時間(秒)
運転者1	1	0	2.2
	2	3	1.7
	3	0	1.8
	4	3	1.7
	5	0	1.9
運転者2	1	4	1.4
	2	0	1.1
	3	0	1.3
	4	0	1.5
	5	0	1.0
運転者3	1	1	1.6
	2	2	1.0
	3	2	1.4
	4	2	1.3
	5	1	1.0
平均	-	-	1.5



図4 運転支援装置と外部演算装置の相互通信実験

### 参考文献

- 1) 渡邊翔一郎, 他: 「運転支援装置を活用した省エネルギー運転に対する列車運転シミュレータによる評価の取組」, 平成30年度交通安全環境研究所フォーラム2018講演概要, pp. 11-14 (2018)
- 2) 長谷川智紀, 他: 「運転支援装置による省エネルギー運転, 回生効果最大化への取組み」, 平成25年度交通安全環境研究所フォーラム2013講演概要, pp. 61-64 (2013)
- 3) 渡邊翔一郎, 他: 「列車運転シミュレータを活用した手動運転の電力量評価とリアルタイム運転曲線計算の基礎検討」, 電気学会 交通・電気鉄道研究会, TER-18-063, pp. 7-12 (2018)
- 4) 渡邊翔一郎, 他: 「列車運転シミュレータを活用した運転支援システム評価に向けた基礎検討」, 電気学会 交通・電気鉄道/ITS 合同研究会, ITS-18-28, TER-18-85, pp. 21-26 (2018)