

機関番号：10106

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2007～2010

課題番号：19360226

研究課題名 (和文) ヒューマン・インターフェースを用いた性能照査型路面評価システムの開発

研究課題名 (英文) Development of Performance-based Road Surface Evaluation System Using Human-Road Interface

研究代表者 川村 彰 (KAWAMURA AKIRA)

北見工業大学・工学部・教授

研究者番号：30149893

研究成果の概要 (和文)：

本研究の目的は、「ドライバの運転行動・意識に影響を及ぼす路面特性の解明」及び「ヒューマンファクタを考慮した性能照査型路面評価指標の開発」である。研究では、ドライビングシミュレータ (DS) と生理信号を用いた路面の乗り心地や運転者のメンタルワークロード調査を実施した。成果として、路面評価のための運転行動と運転意識に関するデータベースの作成及びこれらに基づく性能照査型路面評価指標の提案を行った。

研究成果の概要 (英文)：

The purpose of this study is to clarify road surface characteristics which affect driving act and perception of the driver and to develop performance-oriented evaluation index of pavement. In this study, we mainly investigated ride quality and driver subjective mental workload using driving simulator and physiological signal. As a result, we create databases on driver's behavior and driver's perception for road surface evaluation. Furthermore, performance-oriented evaluation index is developed by use of the databases.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	7,800,000	2,340,000	10,140,000
2008年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
2009年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2010年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
総計	15,400,000	4,620,000	20,020,000

研究分野：交通工学、道路工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木計画学・交通工学

キーワード：路面評価、ドライビングシミュレータ、ヒューマンファクタ、運転行動、乗り心地、平坦性、生理指標、性能評価

1. 研究開始当初の背景

舗装という社会資本に対する道路利用者からの要求が、量の充足とともに質の向上へと移っており、舗装構造の技術基準も仕様規定から性能規定を導入するようになってきている。しかしながら、従

来用いられてきた路面管理基準は学術的根拠に乏しいものが多く、今日の交通事情に即した新たな基準の策定が道路管理者により検討されている。

このことから、道路と車の接点となり、車の走行挙動に大きな影響を及ぼす路面

に関して、ヒューマンファクタを考慮し、道路利用者のニーズに即した人間中心の新たな評価・維持管理方法の構築が必要である。一方、近年におけるバーチャルリアリティ技術の向上に伴い、安全性、効率性、経済性の面で優れたドライビングシミュレータ（以下DS）の活用研究が道路交通の各分野で実施されている。

研究代表者は、道路利用者である「人」と走行環境を与える「路面」との情報交換を扱うためのヒューマン・ロード・インターフェイスとして、ドライビングシミュレータ（以下DS）を位置づけ、実路面走行時の車両挙動とDSでの再現挙動について比較実験を行ってきた。

また、路面の平坦性が走行快適性に及ぼす影響に関する被験者評価では、実測結果とシミュレーション結果に関して有意性が確認され、DSの有効性が検証されている。

2. 研究の目的

本研究の主目的は、「ドライバの運転行動・意識に影響を及ぼす路面特性の解明」及び「ヒューマンファクタを考慮した性能照査型路面評価指標の提案」であり、具体的内容は以下の通り。

(1) ドライバの運転行動に影響を及ぼす路面特性の解明

損傷路面の対象となるわだち掘れ、段差、ポットホールなど快適性を阻害する各種路面条件を考慮し、DS走行実験によるドライバの注視行動、操作行動の解析による被験者の視覚特性及び運転操作特性に基づき、ドライバの路面に対する理解度を解明する。

(2) ドライバの運転意識に影響を及ぼす路面特性の解明

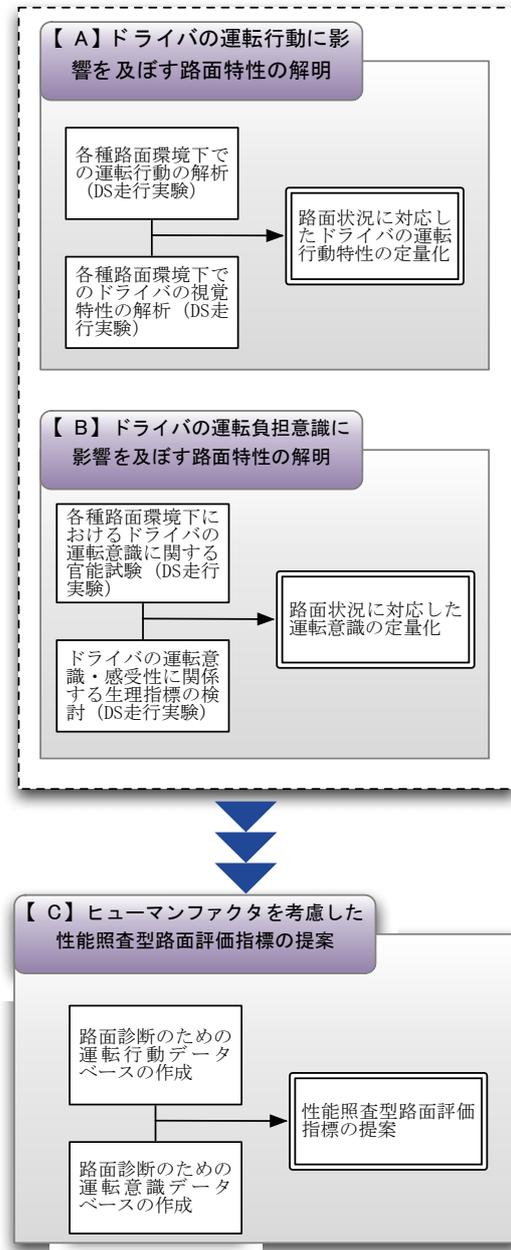
走行中の乗り心地、ヒヤリ・ハット感や負担感など、運転者の路面に起因する不快感・負担意識などの走行感受性解明のため、ドライバの官能試験に加えて、生理指標に基づく路面の快適性・負担意識評価を行う。

(3) ヒューマンファクタを考慮した性能照査型路面評価指標の提案

上記の研究成果を基に、路面状況に対応したドライバの運転行動・運転意識のデータベースを作成し、既存の路面維持管理データベースを構築により、路面の要求性能に対応した新たな路面評価手法を提案する。

3. 研究の方法

本研究は、最初に2テーマ（A、B）を実施し、最後にそれらの結果に基づくテーマCを行う。研究のフローと方法を下図に示す。



4. 研究成果

主な成果として、(1)「ドライバの運転行動・意識に影響を及ぼす路面特性の解明」及び(2)「ヒューマンファクタを考慮した性能照査型路面評価指標の開発」が挙げられる。(1)では、測定車により国内外における実路面のデータ収集を行った。収集結果は、DSの走行シナリオに組み込まれるとともに、

各種路面特性を有する DS 走行実験に利用されている。また、ドライバの運転時視覚感覚、動揺感覚、車の操作性に関しては、アイマークカメラと DS による官能評価試験を実施し、現実感に関する有効性の確認を得ている。



図1 ドライバの視線履歴例

(2)では、各種路面走行時の乗り心地評価に際して DS 走行試験による被験者の主観評価と生理信号との相関分析を行い、生理信号の乗り心地評価への適用を可能にした。

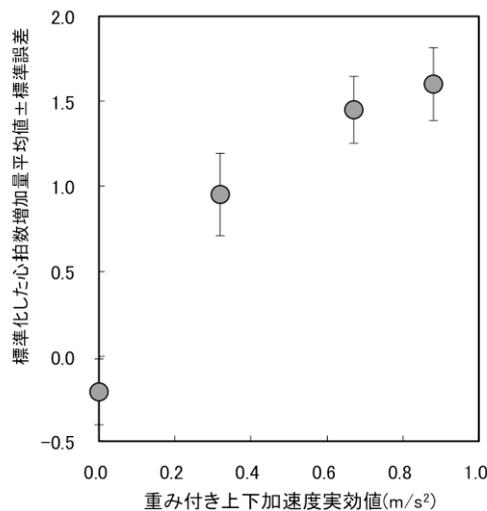


図2 上下加速度と心拍数増加量

また、路面の摩擦係数を考慮し、ドライビングシミュレータによる車線乗り移り走行試験とメンタルワークロード評価から、被験者の危険度意識に影響を及ぼす路面特性を明らかにし、走行時のハンドル角、アクセル開度、ブレーキ開度及び車線逸脱距離などの運転行動関連パラメータが被験者の作業負担度に及ぼす影響要因分析により路面状況と運転行動から精神作業負担度を予測するモデル式を提案した。

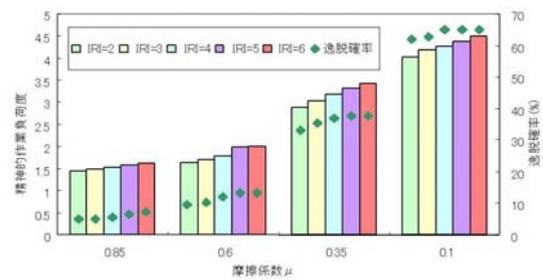


図3 路面条件毎の精神的作業負荷度と逸脱確率

上記分析に基づき、成果として路面評価を目的としたエキスパートシステムの作成に資する運転者の運転行動・意識データベースの基礎的フレームを構築した。また、路面特性で重要な平坦性とわだち掘れに関する性能評価指標を提案した。

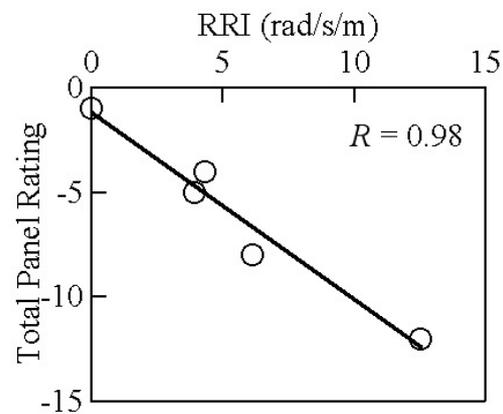


図4 わだち掘れ評価指標 (RRI) と乗り心地評価の相関

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 38 件)

- ① Tomiyama, K., Kawamura, A., Ishida, T., Takahashi, K., and Jomoto, M.: Optimizing Panel Size for Conducting Subjective Pavement Ride Quality Ratings Using a Driving Simulator, Proceedings of Transportation Research Board, (査読有り), Vol. 90, No. 11-2620 (CD-ROM), 2011 (13 ページ) .
- ② Ishida, T., Kawamura, A., Alimujiang, Y., Tomiyama, K.,

- and Nakatsuji, T.: Pavement Ride Quality Evaluation Based on Heart Rate Variability, Proceedings of The 11th International Conference on Asphalt Pavements (ISAP), (査読有り), CD-ROM, 2010 (10 ページ).
- ③ 富山和也, 川村 彰, 石田 樹, 高橋 清: 路面の体感乗り心地評価試験における信頼区間を利用した被験者数設定の視点と方法, 土木学会舗装工学論文集, (査読有り), 第15巻, pp. 65-71, 2010.
- ④ Tomiyama, K., Kawamura, A., Takahashi, K., and Ishida, K.: Evaluation Index of Rutting Related to Vehicle Ride Quality, Proceedings of Transportation Research Board, (査読有り), Vol. 89, No. 10-3268 (CD-ROM), 2010 (18 ページ).
- ⑤ 富山和也, 川村 彰, 高橋 清, 石田 樹: 車両乗り心地予測のためのわだち掘れプロファイル評価指標の開発, 土木学会舗装工学論文集, (査読有り), 第14巻, pp. 171-178, 2009.
- ⑥ 石田 樹, 川村 彰, Alimujiang Yiming, 富山和也, 中辻 隆: 心拍変動を用いた路面の乗り心地評価方法, 土木学会舗装工学論文集, 第13巻, (査読有り), pp. 17-24, 2008.
- ⑦ 川村 彰, 路面評価における CarSim の応用, 日本フルードパワーシステム学会誌, (査読有り), Vol. 39, No. 4, pp. 55-58, 2008
- ⑧ Alimujiang, Y., Kawamura, A., Tomiyama, K., Eisaka, T. and Kikuchi, S.: Road Image Development Based On Driving Simulator, Proceedings of First International Conference on Transportation Infrastructure, (査読有り), CD-ROM, 2008 (8 ページ).

[学会発表] (計 35 件)

- ① Tomiyama, K.: Optimizing Panel Size for Conducting Subjective Pavement Ride Quality Ratings Using a Driving Simulator, 90th Annual Meeting of Transportation Research Board, 2011.1, Washington D. C.

- ② 富山和也: 路面の体感乗り心地評価試験における信頼区間を利用した被験者数設定の視点と方法, 土木学会舗装工学講演会, 2010.12, 東京
- ③ Tomiyama, K.: Wavy Characteristics and Its Evaluation Index Determining Ride Quality of Rut Profile, RPUG Pavement Evaluation 2010.9, Roanoke, VA.
- ④ Ishida, T.: Pavement Ride Quality Evaluation Based on Heart Rate Variability, Proceedings of The 11th International Conference on Asphalt Pavements (ISAP), 2010.8, Nagoya
- ⑤ 佐藤博之: 視線情報を利用した運転者の認知モデル構築, 第42回計測自動制御学会北海道支部学術講演会, 2010.2, 札幌
- ⑥ 石田 樹: 心拍変動を用いた路面の乗り心地評価方法, 土木学会舗装工学講演会, 2008.12, 東京

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川村 彰 (KAWAMURA AKIRA)
北見工業大学・工学部・教授
研究者番号: 30149893

(2) 研究分担者

高橋 清 (TAKAHASHI KIYOSHI)
北見工業大学・工学部・教授
研究者番号: 50236270
中辻 隆 (NAKATSUJI TAKASHI)
北海道大学・工学部・教授
研究者番号: 60123949
柴坂 俊雄 (EISAKA TOSHIO)
北見工業大学・工学部・教授
研究者番号: 50193983
亀山 修一 (KAMEYAMA SHUICHI)
北海道工業大学・工学部・教授
研究者番号: 30295894
石田 樹 (ISHIDA TATEKI)
国土交通省北海道開発局・苫小牧道路事務所・所長
研究者番号: 70414208

(3) 連携研究者

富山 和也 (TOMIYAMA KAZUYA)
北見工業大学・工学部・非常勤研究員
研究者番号: 70589580