

カーブの線形条件と走行条件がドライバーの運転挙動と主観評価に与える影響*

Effect of curve alignment and driving condition on driving behavior and subjective judgment

梶原邦朝**・萩原亨***・浅野基樹****・徳永ロベルトアブラハム*****

by KunitomoKUNUGIZA**・ToruHAGIWARA***

MotokiASANO****・RobertoAbrahamTokunaga*****

1. 研究の背景と目的

カーブ区間における事故原因の1つとして、ドライバーのカーブ線形に対する認知ミスが挙げられる。認知ミスとは、ドライバーがカーブに進入する前に予測していたカーブの形状と実際のカーブの形状が異なることで、スピードの出し過ぎや操作ミスを誘発するものである。

北海道におけるカーブ区間での交通事故数は事故数全体の6.5%にあたるが、交通死亡事故数に限ると全体の24.6%と高い割合を示しており、カーブ区間での交通事故は重大な事故につながるケースが多いと言える。

過去の研究では、視覚情報とカーブの緩急判定の関係について検討している。そこで、本研究では体感情報とカーブの緩急判定との関係について実車実験から考察した。体感情報として、運転中に車両にかかる加速度を用い、カーブの緩急判定にはドライバーの主観評価を用いた。また、本研究では、過去の研究において実施されていない冬期間のデータ収集を行い、走行条件別に平均値・標準偏差を求め傾向を読み取った。さらにカーブ個々について同様の分析を行い、線形条件を考慮した読み取りを行った。

最後に、個々のデータを用い、回帰分析を用いて線形条件・運転挙動・主観評価の関係を考察した。

2. 夏期・冬期実車実験

(1) 実験条件

図1は実験区間を示している。実験は平成15年10月27日～11月3日(夏期)、平成15年12月8日～12月28日(冬期)の期間に、国道393号線(小樽-赤井川線)の山間部において行った。実験の開始地点は17.000kpとし、24.000kpを折り返し地点として片道5km、往復10kmを実験区間とした。

図2は実験区間におけるカーブの線形情報を示している。実験区間において往路に下り縦断勾配のカーブ9個、復路に上り縦断勾配のカーブ7個を設定し、カラーコーンを目印と置くことで被験者が対象カーブを確認できるようにした。

表1は実験条件を示している。5人の被験者は、夏・冬・悪路、昼・夜の条件ごとに2回ずつ計12回走行した。

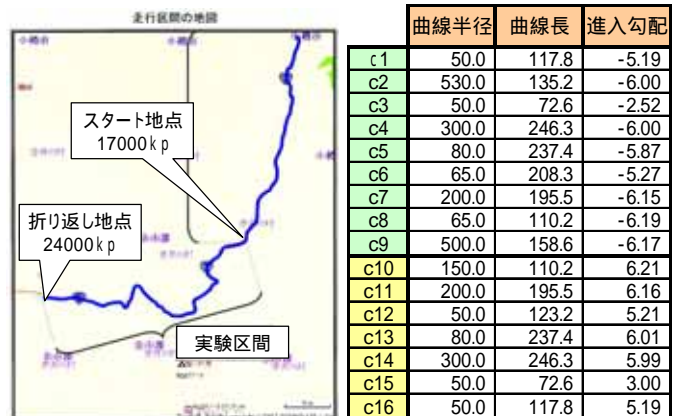


図1 実験区間

図2 線形条件

表1 走行条件

	天候	背景	路面状態
夏	降雨なし	雪なし	乾燥
冬	降雪なし	積雪状態	乾燥
悪路	降雪なし	積雪状態	圧雪

(昼・夜)

キーワード：交通安全

** 学生会員 北海道大学大学院工学研究科都市環境工学専攻

札幌市北区北13条西8丁目 TEL011-706-6212 FAX011-706-6211

*** 正会員 工博 北海道大学大学院工学研究科

**** 正会員 (独)北海道開発土木研究所道路部交通研究室

札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 TEL011-841-1738

***** 正会員 工博 (独)北海道開発土木研究所道路部交通研究室

(2) 被験者属性

表 2 は被験者属性を示している。被験者全員が国道 393 号線の走行経験があり、カーナビの使用経験があった。

表 2 被験者属性

被験者	性別 1. 男 2. 女	年齢	運転歴 (年)	年間走行 距離 (km)	視力(左)	視力(右)
1	1	49	27	10000	1.5	1.5
2	1	46	28	15000	2.0	2.0
3	1	32	12	15000	1.5	1.2
4	1	32	14	20000	0.8	0.8
5	1	29	9	10000	0.8	0.8

(3) 主観評価

表 3 は主観評価を示している。被験者は、指定された 16 個のカーブのきつさについて 3 段階の事前・事後評価を行った。また、事前評価と事後評価をあわせて 5 段階評価を設定した。主観評価は、点数が低い程、きつさがきついことを示す。

表 3 主観評価

事前評価	事後評価	5段階評価
かなりきつい	思ったよりきつい	1
	思った通り	2
	思ったより緩い	3
きつい	思ったよりきつい	2
	思った通り	3
	思ったより緩い	4
普通	思ったよりきつい	3
	思った通り	4
	思ったより緩い	5

(4) 運転挙動の評価

図 3 にカーブ区間での実験概要を示す。実験区間では、車載の加速度計によって進行方向・左右方向・鉛直方向の 3 方向について加速度を測定した。また、加速度と同じ時系列でボタン位置・パルス数を記録し、走行距離から 1/20 秒刻みの速度を算出した。さらに、1 つの走行データから、各カーブのボタン押し位置の 3 秒前を始点、カーブ終点 (ETC) 通過の 3 秒後を終点として切り分け、16 個の区間走行データを作成した。ここで 3 秒とは連続カーブにおいて次のカーブにかからない時間の最大値である。

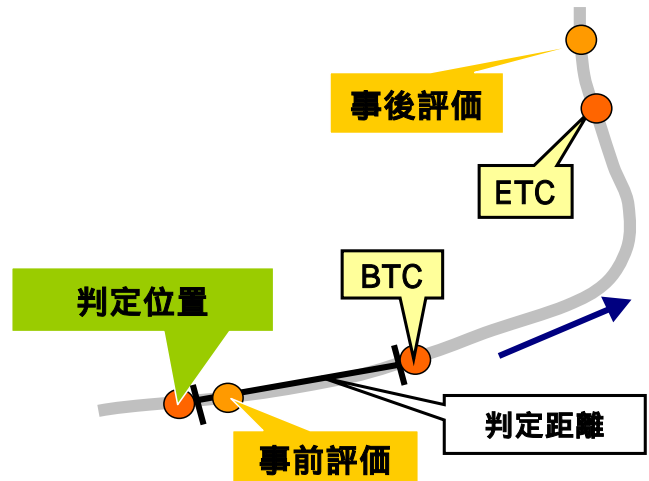


図 3 カーブ区間概要

a) 判定時速度

被験者が対象カーブの緩急を判断した時の速度。

b) 最低速度

各区間走行データにおける 1/20 秒刻み速度の最低値。

c) 判定距離

被験者が対象カーブの緩急を判断した時の位置からカーブ始点 (BTC) までの距離。

(5) 加速度の評価

人間の感覚に近い加速度を、主観評価との相関から探るため以下の 3 つの加速度を評価値として用いた。

a) 最大横加速度

各区間走行データにおける Y 軸加速度の絶対値の最大値。図 4 に Y 軸加速度を示す。

b) 最大合成加速度

各区間走行データにおける X 軸、Y 軸の合成加速度の最大値。図 4 に X 軸加速度・Y 軸加速度を示す。

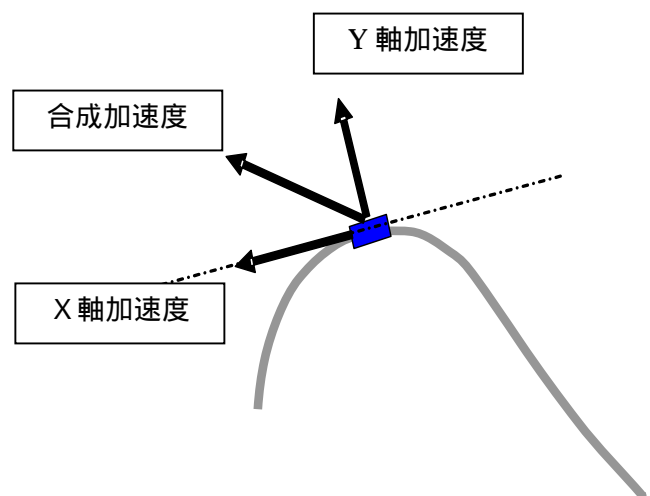


図 4 X 軸加速度・Y 軸加速度

c) 最大減速度

図 5 に最大減速度を示す。各区間走行データにおける X 軸加速度の負の最大値。

(5) 実験手順

図 3 は実験区間におけるカーブ概要を示している。走行中、被験者は対象カーブの緩急を判定するとボタンを押す。次にカーブ進入前にカーブ緩急を予測し、カーブきつさの事前評価として 3 段階で評価する。カーブ通過中には、被験者は事前評価をした際に重要視した要素について答える。カーブ通過後は、事後評価としてカーブきつさの事前評価に対して 3 段階で評価する。

3. 実験結果と分析

(1) 走行条件と運転挙動及び主観評価の関係

5 つの運転挙動と 3 つの主観評価それぞれに対し、平均値・標準偏差を求め、グラフにすることで走行条件 [夏・冬・悪路、昼・夜、上り・下り勾配] における値のばらつきの傾向を見た。

図 7 は走行条件ごとの最大横加速度の平均値・標準偏差を示している。夏から悪路、昼から夜と走行条件が悪くなるに従って加速度の平均値が小さくなる傾向がみられた。また、上り勾配よりも下り勾配の方がこの傾向は顕著であった。

図 8 は走行条件ごとの最大合成加速度の平均値・標準偏差を示している。走行条件が悪くなるに従ってデータのばらつきが小さくなる傾向が見られた。

図 3 は走行条件ごとに主観評価の平均値・標準偏差を示している。条件が変化しても主観評価はあまり変化しておらず、評価の平均値は 3 から 4 の間で推移している。

(2) 線形条件・走行条件と運転挙動・主観評価

表 4、表 5、表 6 に回帰分析による偏回帰係数の一覧を示す。偏回帰係数は t 検定で有意なものだけを示し、[-] で示す項は有意でないことを示す。

a) 運転挙動 - 線形・走行条件

表 4 に運転挙動と線形・走行条件の重回帰分析の結果を示す。説明変数として線形条件・走行条件 [曲線半径・曲線長・縦断勾配・昼夜・路面状態]

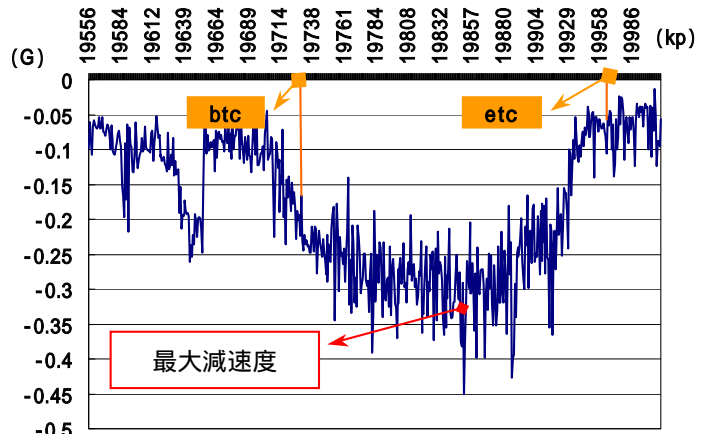


図 5 最大減速度

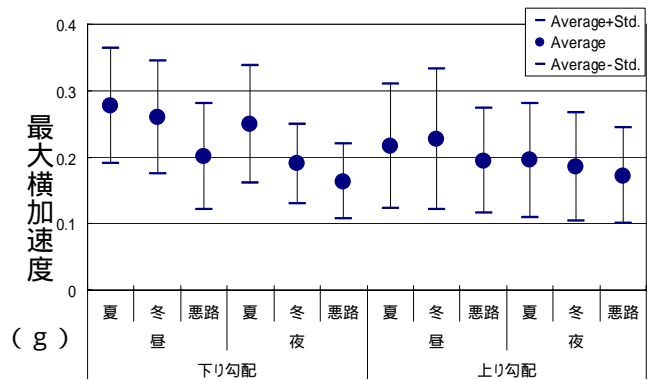


図 7 最大横加速度 - 平均値・標準偏差

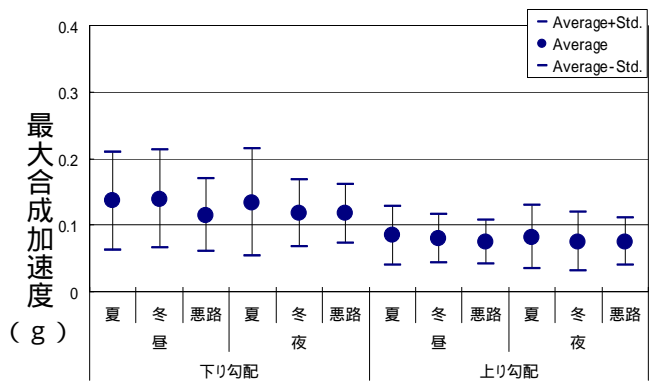


図 8 最大合成加速度 - 平均値・標準偏差

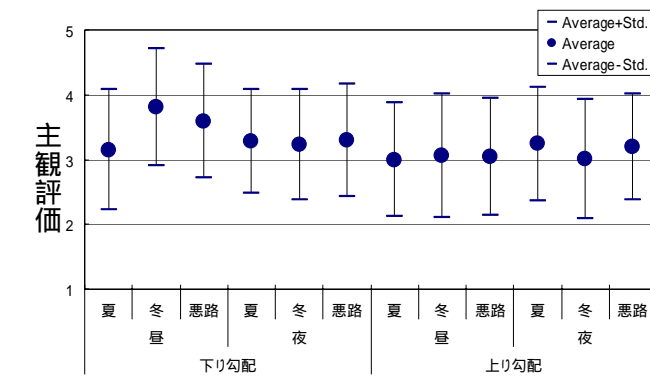


図 9 主観評価 - 平均値・標準偏差

従属変数として運転挙動 [判定時速度・最低速度・最大横加速度・最大減速度] を用いた。すべての運転挙動に対して、昼夜・路面状態が負の大きな値となっており走行条件が悪いと速度が減速し、横加速度は小さくなるのが分かる。逆に最大減速度は大きくなる。

b) 主観評価 - 線形・走行条件

表 5 に主観評価と線形・走行条件のカテゴリカル回帰分析の結果を示す。説明変数として線形・走行条件 [曲線半径・曲線長・縦断勾配・昼夜・路面状態] 従属変数として主観評価 [事前評価・事後評価・5 段階評価] を用いた。事前評価、5 段階評価に対して曲線半径が正の大きな値となっている。このことから、カーブ進入前に被験者に伝わる線形情報は主に曲線半径であることが分かる。また、事後評価に関しては線形条件・走行条件ともにあまり影響がないことが分かる。

c) 主観評価 - 運転挙動

表 6 に主観評価と運転挙動のカテゴリカル回帰分析の結果を示す。説明変数として運転挙動データ [判定時速度・最低速度・最大横加速度・最大減速度] 従属変数として主観評価 [事前評価・事後評価・5 段階評価] を用いた。事前評価に対して最低速度が正の値、最大横加速度が負の値が大きくなっている。

最低速度が高くなると主観評価は緩い方向に傾き、最大横加速度が大きくなるときつい方向へ傾くことが分かる。また、事後評価に関して運転挙動はあまり影響がないことが分かる。

4. 考察

走行条件と運転挙動及び主観評価の関係については、走行条件によって加速度の平均値が減少しているのに対して主観評価の平均値に大きな変化は見られない。また、主観評価の平均値は 3 から 4 の間で推移していることから、ドライバーは走行条件に合わせて安全だと思ふ範囲に車の挙動を調節しているため評価に差がでないと言える。

また、運転挙動の標準偏差は条件が悪くなると狭くなることから、路面状態・視認性がよい程、ドライバー個々の特性が影響しやすいと考えられる。

表 4 運転挙動 - 線形・走行条件

		説明変数						R ² 値	
		線形条件			走行条件				
n=842		曲線半径(m)	曲線長(m)	縦断勾配(%)	夜	冬	悪路		
従属変数	運転挙動	判定時速度(km/h)	0.07			-4.68		-6.42	0.161
	最低速度(km/h)	0.25	-0.11	0.507	-3.95	2.289	-5.43	0.286	
	横加速度(G)	0	0	-0.003	-0.35	-0.24	-0.35	0.261	
	最大減速度(G)	0	0	0.11	0.02	0.1	-0.02	0.536	

表 5 主観評価 - 線形・走行条件

		説明変数						R ² 値
		線形条件						
n=842		判定時速度(km/h)	最低速度(km/h)	最大横加速度(G)	最大減速度(G)	判定距離(m)		
従属変数	主観評価	事前評価	0.084	0.308	-0.382	-0.132		0.230
	事後評価	-0.113	0.101					0.020
	5段階評価		0.361	-0.386	-0.094			0.263

表 6 主観評価 - 運転挙動

		説明変数						R ² 値
		線形条件			走行条件			
n=842		曲線半径(m)	曲線長(m)	縦断勾配(%)	昼夜	路面		
従属変数	主観評価	事前評価	0.682				0.047	0.474
	事後評価	0.154						0.260
	5段階評価	0.712		0.077				0.498

線形条件・走行条件と運転挙動・主観評価については、道路線形・走行条件、運転挙動がそれぞれドライバーの主観評価に対して影響を与えていることが分かった。運転挙動に関しては、線形条件よりも走行条件の影響の方が大きかった。今後は、主観評価から運転挙動へのフィードバックについても考慮していきたいと考える。

< 参考文献 >

- 1) 鈴木健太、萩原亨、林華奈子、大沼秀次；情報提供ファクターを考慮したカーブ発見の認知特性に関する調査研究,土木学会・土木計画学論文集 17, pp1001-1011, 2000
- 2) (社)日本道路協会、道路構造令の解説と運用, 平成 16 年 2 月