

自動車の走行速度推定に寄与する手がかり情報に関する意識調査

A Survey of Drivers' Awareness about Information
Used for Car Speed Estimation

瀬谷 安弘*

Yasuhiro SEYA

要 旨

本研究では、自動車運転時の運転者の走行速度推定を対象として、基礎的データの蓄積を目的に、運転免許を有する20代から60代までの男女500名に、走行速度推定に利用される手がかり情報に関する意識調査を行った。調査では、視覚や聴覚、触覚から得られる手がかり情報9項目について、走行速度を推定する上での重要性を5件法にて回答することを参加者に求めた。結果は、年代や性別にかかわらず、「スピードメータ」と「先行車との距離」の評価値が高いことを示した。また、「エンジン・モーター音」や「車の移動に伴う周囲の景色の流れ」(オプティカルフロー)など複数の項目でも「どちらでもない」の回答よりも有意に高い評価値であることが示された。これらの結果は、運転者が多感覚情報に基づいて走行速度を推定していることを支持するとともに、特に視覚情報に基づいて走行速度の推定がなされていることを示唆する。

キーワード：走行速度推定、運転者の視覚認知機能、オプティカルフロー、意識調査

1. 序論

自動車を安全に運転するためには、運転者は道路標識や信号、歩行者や自転車、他車といった様々な情報を速く正確に検出・認知するとともに、ハンドルやブレーキ、アクセルを操作し、車を適切な速度で走行させることが求められる。近年では、自動車による交通事故発生件数は年々減少し、死傷者数も減少している(警察庁, 2022)。しかし、交通事故状況を法令違反別に見ると、漫然運転や脇見運転、安全不確認といった運転者側の視覚認知エラーに起因する安全運転義務違反が大半であり(警察庁, 2022)、それ故、さらなる交通事故の防止・対策を考える上で、運転者の視覚認知特性の理解が重要である。

従来の運転者の視覚認知に関する研究では、視覚情報の見落としや不注意に関与すると考えられる、有効視野(視覚的注意が関与し、ある程度の認知課題が可能な視野範囲)や眼球運動について多くの関心が向けられてきた(例えば, Miura, 1992; Seya, Nakayasu, & Yagi, 2013)。一方、走行速度の推定にかかわる運転者の視覚認知の検討は必ずしも十分になされていないのが現状である。走行速度の上昇は、事故時の被害が深刻化する(World Health Organization, 2008)。また物体の検出・認知、さらには衝突回避といった適切行動の発現に必要な時間の短縮につながることを考慮すれば、運転者の走行速度推定は、視覚情報の見落としや判断にも影響すると考えられる。

* 愛知淑徳大学人間情報学部

一般に、運転者はスピードメータから現在の走行速度を認識することが可能である。しかし、運転時には運転者は様々な視覚情報の検出・認知が求められていることから、スピードメータのみを注視し続けることは困難である。それ故、走行速度を他の手がかり情報からも推定していると考えられる。多くの視覚研究において、観察者の移動速度の推定に移動に伴う景色の流れ、すなわちオプティカルフローが利用されていることが示唆されており（瀬川・氏家・岡嶋・斎田，2003）、運転においてもオプティカルフローが利用されていることが示唆されている（Carter & Laya, 1998；伊藤・島崎・藤井・加藤・三嶋・古山・石田，2019；Wu, Yu, Doherty, Zhang, Kust, & Luo, 2017）。また、エンジン音が運転者の車速コントロールに影響することを報告した研究もあり（例えば、吉田・助川・西脇，2019）、視覚以外の手がかり情報も利用されていることが示唆されている。

本研究では、運転者の走行速度推定を対象として、基礎的データの蓄積を目的に、自動車運転時に運転者が利用している手がかり情報に関する意識調査を行った。運転時にはスピードメータやオプティカルフロー、先行車との距離といった視覚手がかりのみならず、エンジンやモーターからの音、窓から入ってくる風切り音、車体の振動といった、聴覚、触覚から得られる様々な情報も利用されている可能性がある。そのため、運転免許を有する成人を対象に、これらの情報の重要性について、意識調査を実施した。

2. 方法

2.1 調査対象者

調査対象者は、楽天インサイト株式会社に登録しているモニタより、運転免許を有する男女、20代から60代までの各グループ50名、計500名であった。Table 1に各グループの年齢、運転歴、運転停止期間、直近3か月での運転時間（週当たりの運転日数と1日当たりの運転時間の積）の平均値および標準偏差を示す。

Table 1 各グループの年齢、運転歴、運転停止期間、直近3か月での運転時間の平均値と標準偏差

グループ		年齢		運転歴（年）		運転停止期間（年）		運転時間（分/週）	
性別	年代	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
男性	20	26.36	2.49	6.55	2.67	0.99	2.06	288.62	347.63
	30	35.02	2.85	14.94	4.42	1.91	3.51	318.70	382.70
	40	44.98	2.74	24.11	5.34	1.09	3.66	539.40	765.24
	50	54.06	3.03	34.18	4.45	2.85	7.30	357.10	400.39
	60	63.76	2.66	41.25	6.20	1.43	4.14	333.92	415.23
女性	20	25.92	2.49	6.59	2.65	1.77	2.25	118.10	164.80
	30	34.16	2.95	13.72	3.66	2.63	4.53	180.64	204.84
	40	44.74	2.67	23.43	5.65	4.50	7.33	250.10	385.50
	50	54.46	2.75	32.15	6.95	7.87	12.17	169.38	195.45
	60	63.56	2.61	38.78	6.24	7.38	12.29	192.40	231.10

2.2 調査時期

調査時期は、2021年2月10日から2月16日であった。

2.3 質問項目および調査実施方法

質問は、運転中に自車の走行速度の推定に利用される手がかり情報に関する質問（Q1）および対象者の運転歴等や運転状況に関する質問（Q2）から構成され、Web上にて調査を実施した。Q1-1では、自身の運転場面を想像し、特に急ぐ必要がない平常の運転状況を想定した上で、参加者はTable 2に示す9種の手がかり情報に対する重要性を5件法（1：全く重要ではない，2：あまり重要ではない，3：どちらともいえない，4：

少し重要である，5：非常に重要である）にて回答することを求めた。手がかり情報については過去の研究などを参考に選定した。Q1-2では，Q1-1に示された手がかり情報以外に運転中に利用している手がかり情報があれば，自由記述にて回答することを求めた。Q1-3では，他車と比較し，自身の運転する車の走行速度を5件法（1：非常に遅い，2：少し遅い，3：同じくらい，4：少し速い，5：非常に速い）にて評価することを求めた。

Table 2 Q1-1にて示された手がかり情報

手がかり情報	
1	スピードメータ
2	エンジン・モーター音
3	地面とタイヤの摩擦音
4	風切り音
5	車体の振動
6	アクセルの踏み込み量
7	車の移動に伴う周囲の景色（木や建物，標識，歩行者など）の流れ
8	先行車との距離
9	先行車を除く他の車との距離

Q2は，運転歴として運転免許取得から現在までの期間（年月），運転停止期間（年月），直近3か月を振り返っての平均的な週あたりの運転日数および1日当たりの運転時間（分）から構成された（Table 1参照）。運転停止期間では，ペーパードライバも含め，比較的まとまった期間にわたって運転をしなかった期間がある場合について，その期間を回答することを求めた。また，普段よく運転する車のタイプ（ガソリン車，電気自動車など）に関する質問も含まれた。

3. 結果

3.1 手がかり情報に対する重要性評価

Q1-1で得られたデータから，各グループの平均値および標準偏差を算出した。平均値および標準偏差をTable 3と4に示す（各Tableの手がかり情報の番号はTable 2を参照）。表から明らかなように，「スピードメータ」と「先行車との距離」では，ほとんどのグループで評価値が4以上と，高い傾向が認められる。

Table 3 各手がかり情報に対する評価値の平均値

グループ		手がかり情報								
性別	年代	1	2	3	4	5	6	7	8	9
男性	20	4.26	3.78	3.62	3.40	3.80	3.94	3.84	4.04	3.84
	30	4.20	3.60	3.02	3.24	3.48	3.74	3.86	4.12	3.62
	40	4.36	3.48	3.36	3.18	3.52	3.90	3.80	4.04	3.90
	50	4.54	4.00	3.42	3.44	3.70	4.08	3.98	4.14	3.84
	60	4.62	3.76	3.40	3.18	3.74	3.84	3.80	4.26	3.92
女性	20	3.98	3.26	2.96	2.94	3.28	3.74	3.58	4.08	3.84
	30	4.32	3.38	3.14	2.92	3.60	3.94	3.60	4.00	3.82
	40	4.26	3.26	3.10	2.82	3.70	4.08	3.84	4.44	4.24
	50	4.62	3.88	3.62	3.18	3.82	4.30	4.10	4.52	4.22
	60	4.40	3.88	3.68	3.24	3.84	3.94	3.82	4.34	4.20

Table 4 各手がかり情報に対する評価値の標準偏差

グループ		手がかり情報								
性別	年代	1	2	3	4	5	6	7	8	9
男性	20	1.10	1.09	1.05	1.11	1.05	1.08	1.02	1.03	1.09
	30	1.21	1.09	1.17	1.08	1.18	1.05	1.07	1.04	1.03
	40	0.90	0.97	1.01	1.06	0.95	0.84	0.88	0.90	0.89
	50	0.79	0.88	1.07	0.88	0.97	0.97	0.91	0.99	1.09
	60	0.78	0.94	1.11	0.96	0.94	0.84	0.88	1.01	1.01
女性	20	1.30	1.07	1.07	1.13	1.05	1.10	0.95	1.01	0.91
	30	1.06	1.10	1.09	1.14	0.97	1.00	1.11	1.11	1.04
	40	1.01	1.16	1.09	1.14	0.91	0.88	0.96	0.76	0.80
	50	0.75	1.02	1.01	0.90	0.96	0.76	0.86	0.65	0.82
	60	1.05	1.02	1.10	1.13	1.09	1.10	1.08	1.02	1.03

その他の項目でも、「地面とタイヤの摩擦音」と「風切り音」を除き、ほとんどのグループにおいて、評価値は3.5以上であった。

性別、年代および手がかり情報の3要因分散分析を行ったところ、年代の主効果および手がかり情報の主効果が有意であった〔年代, $F(4, 490) = 3.47, p = .01$; 手がかり情報, $F(8, 3920) = 141.19, p < .01$ 〕。また、性別×手がかり情報および年代×手がかり情報の交互作用も有意であった〔性別×手がかり情報, $F(8, 3920) = 6.26, p < .01$; 年代×手がかり情報, $F(32, 3920) = 1.65, p < .01$ 〕。

性別×手がかり情報の交互作用について、評価値の平均と標準偏差を Figure 1 に示す。図より、「エンジン・モーター音」および「風切り音」では男性において女性よりも評価値が高く、「先行車を除く他の車との距離」では女性において男性よりも評価値が高い傾向が認められる。単純主効果検定を行ったところ、「エンジン・モーター音」〔 $F(1, 4410) = 4.53, p < .05$ 〕、「風切り音」〔 $F(1, 4410) = 8.82, p < .01$ 〕、「先行車を除く他の車との距離」〔 $F(1, 4410) = 7.07, p < .01$ 〕において性別の単純主効果が有意であった。また男女ともに手がかり情報の単純主効果が有意であった〔男性, $F(8, 3920) = 56.12, p < .01$; 女性, $F(8, 3920) = 91.33, p < .01$ 〕。手がかり情報の単純主効果について、Ryan 法による多重比較の結果を Table 5 と 6 に示す。

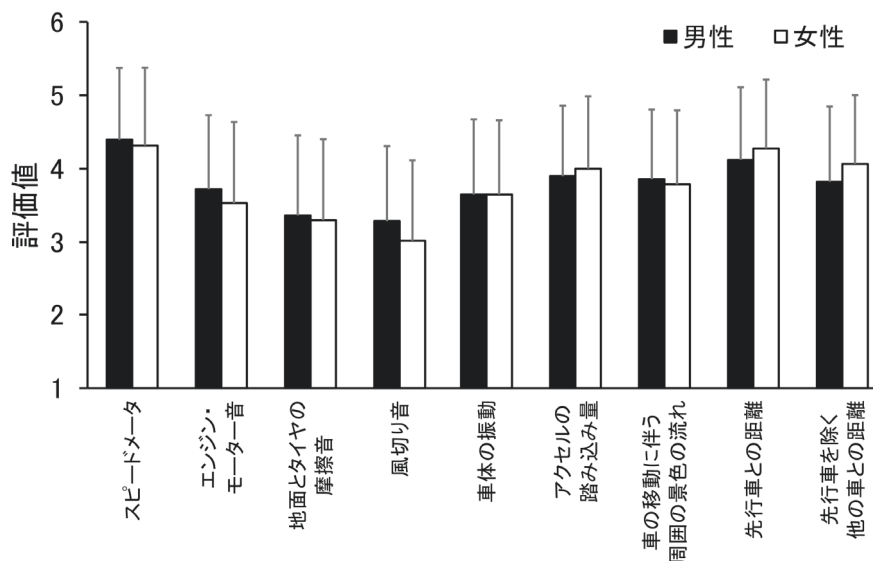


Figure 1. 男女における各手がかり情報に対する評価値の平均値と標準偏差

Table 5 男性における多重比較の結果

		手がかり情報								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			*	*	*	*	*	*	*	*
2				*	*				*	
3					*	*	*	*	*	
4						*	*	*	*	*
5							*	*	*	
6								*	*	
7									*	
8										*
9										

* $p < .05$

Table 6 女性における多重比較の結果

		手がかり情報								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			*	*	*	*	*	*	*	*
2				*	*		*	*	*	
3					*	*	*	*	*	*
4						*	*	*	*	*
5							*	*	*	*
6								*	*	
7									*	*
8										*
9										

* $p < .05$

年代×手がかり情報の交互作用について、評価値の平均と標準偏差を Figure 2 に示す。図より、「スピードメータ」、「エンジン・モーター音」、「地面とタイヤの摩擦音」において、50代および60代で、評価値が高い傾向が認められる。単純主効果検定を行ったところ、「スピードメータ」 [$F(4, 4410) = 3.46, p < .01$], 「エンジン・モーター音」 [$F(4, 4410) = 5.68, p < .01$], 「地面とタイヤの摩擦音」 [$F(4, 4410) = 3.79, p < .01$], 「先行車を除く他の車との距離」 [$F(4, 4410) = 2.40, p < .05$] において年代の単純主効果が有意であった。また、すべての年代において、手がかり情報の単純主効果が有意であった [20代, $F(8, 3920) = 19.99, p < .01$; 30代, $F(8, 3920) = 30.07, p < .01$; 40代, $F(8, 3920) = 40.43, p < .01$; 50代, $F(8, 3920) = 29.29, p < .01$; 60代, $F(8, 3920) = 28.00, p < .01$]。

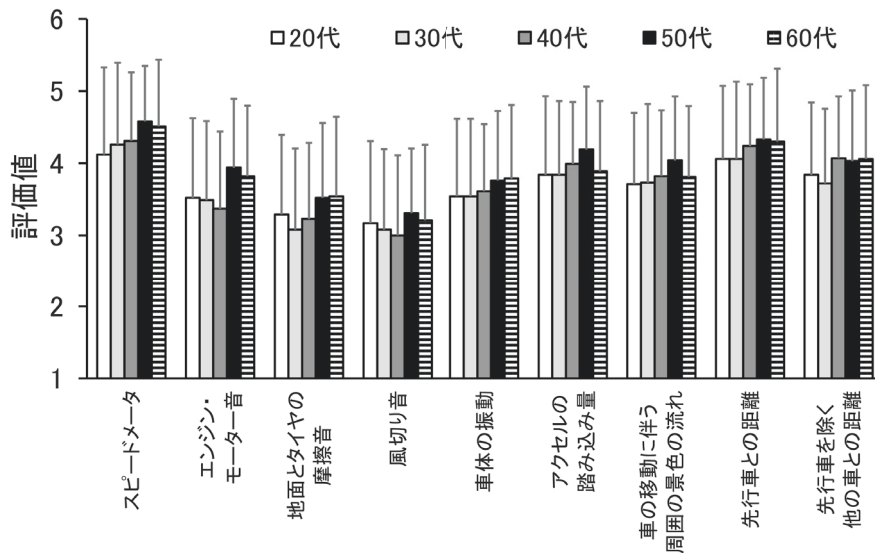


Figure 2. 年代ごとの各手がかり情報に対する評価値の平均値と標準偏差

年代の単純主効果について多重比較を行ったところ、「スピードメータ」では、50代および60代において、20代よりも評価値が有意に高かった ($ps < .05$)。「エンジン・モーター音」では、50代で20代、30代、40代よりも評価値が有意に高く ($ps < .05$)、60代でも40代よりも評価値が有意に高かった ($p < .05$)。「地面とタイヤの摩擦音」では、50代および60代で30代よりも有意に評価値が高かった ($ps < .05$)。「先行車を除く他の車との距離」では、いずれのペアにも有意差は認められなかった。手がかり情報の単純主効果について、多重比較の結果を Table 7 から 11 に示す。年代によって多少の差異はあるものの、全体に「スピードメータ」および「先行車との距離」で他の情報よりも評価値が高く、「地面とタイヤの摩擦音」と「風切り音」で、他

Table 7 20代における多重比較の結果

		手がかり情報								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			*	*	*	*		*		
2					*		*		*	*
3						*	*	*	*	*
4					*	*	*	*	*	*
5						*		*	*	
6										
7								*		
8										
9										

* $p < .05$

Table 8 30代における多重比較の結果

		手がかり情報								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			*	*	*	*	*	*		*
2				*	*		*		*	
3						*	*	*	*	*
4					*	*	*	*	*	*
5						*		*		
6									*	
7									*	
8										*
9										

* $p < .05$

Table 9 40代における多重比較の結果

		手がかり情報								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			*	*	*	*	*	*		
2					*		*	*	*	*
3					*	*	*	*	*	*
4					*	*	*	*	*	*
5						*		*	*	
6										
7								*		
8										
9										

* $p < .05$

Table 10 50代における多重比較の結果

		手がかり情報								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			*	*	*	*	*	*		*
2				*	*				*	
3							*	*	*	*
4					*	*	*	*	*	*
5						*			*	
6										
7									*	
8										*
9										

* $p < .05$

Table 11 60代における多重比較の結果

		手がかり情報								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			*	*	*	*	*	*		*
2					*				*	
3					*		*		*	*
4					*	*	*	*	*	*
5									*	
6									*	
7								*		
8										
9										

* $p < .05$

の情報よりも評価値が低いことが統計的に支持された。

各グループの評価値が「3. どちらともいえない」に比べて差があるかを検討するために、Table 3と4に示した評価値の平均値と標準偏差を用い、以下の式を用いて t 値を算出した。

$$t = \frac{|\bar{x} - 3|}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

\bar{x} は平均値、 s は標準偏差、 n はデータ数 (50) を意味する。 $\alpha = .05$ とし、Bonferroni 補正を施した上で、有

有意を検定した ($\alpha = .05/90$, $t > 3.69$)。Table 12 にその結果を示す。Table 12 より明らかなように、「地面とタイヤの摩擦音」および「風切り音」では、ほとんどのグループにおいて有意差は認められなかった。一方、それ以外の項目では、すべてのグループ、または過半数以上のグループにおいて、有意に3より高い評価値であることが示された。

Table 12 各グループの t 値と有意性検定の結果

グループ		手がかり情報								
性別	年代	1	2	3	4	5	6	7	8	9
男性	20	8.08*	5.04*	4.18*	2.56	5.39*	6.17*	5.84*	7.14*	5.43*
	30	7.00*	3.90*	0.12	1.57	2.87	5.00*	5.69*	7.59*	4.26*
	40	10.71*	3.48	2.53	1.20	3.86*	7.58*	6.42*	8.15*	7.18*
	50	13.82*	8.03*	2.77	3.52	5.08*	7.91*	7.58*	8.14*	5.43*
	60	14.69*	5.73*	2.56	1.32	5.55*	7.06*	6.42*	8.85*	6.46*
女性	20	5.33*	1.73	0.26	0.37	1.88	4.74*	4.32*	7.58*	6.52*
	30	8.82*	2.43	0.91	0.50	4.38*	6.66*	3.83*	6.39*	5.56*
	40	8.85*	1.59	0.65	1.12	5.44*	8.71*	6.22*	13.39*	11.00*
	50	15.21*	6.08*	4.35*	1.42	6.03*	12.05*	9.01*	16.63*	10.58*
	60	9.43*	6.08*	4.39*	1.50	5.43*	6.07*	5.36*	9.27*	8.24*

$df=49$ * $p < .05/90$

3.2 手がかり情報についての自由記述

Q1-2の自由記述については、Q1-1の項目と重複する回答（「後続車との距離」, 「車間距離」, 「周りの車の速度」など）および曖昧な感覚（「視覚」, 「体感」, 「気分」, 「慣れ」など）, 関連が不明な記述（「天候」, 「体調」, 「タイヤ使用度の程度」など）を除き、回答された項目を Table 13 に示す。「タコメーター」, 「座席のフィット感」以外では、それぞれ1名の参加者から挙げられたのみであった。

Table 13 各年代での自由記述の結果

20代	30代	40代	50代	60代
<ul style="list-style-type: none"> ・タコメーター ・回転数 ・速度メーターのみやすさ ・道路標識 ・燃費 ・ハンドルの重さおよび切れ角の変化 ・座席のフィット感（圧の有無） ・路面状態 ・ブレーキの効き具合 ・同乗者の様子 	<ul style="list-style-type: none"> ・周囲の様子 ・制限速度の表示 ・エンジンの変速の感覚および踏み込みの感じ ・マフラーの音 	<ul style="list-style-type: none"> ・電光掲示板の「速度超過」の表示 ・できるかぎり前方の情報 ・座席のフィット感 ・カーブの時の感覚 ・におい 	<ul style="list-style-type: none"> ・タコメーター ・水温・燃料量 ・歩行者や自転車 ・道路ペイント ・異臭と空気感 ・道路の傾斜およびコーナーでの遠心 ・車が受ける抵抗 ・剛性 	<ul style="list-style-type: none"> ・視界 ・反対車線車の反応 ・サイド・バックミラーの映像 ・車内の匂い

3.3 走行速度評価

Q1-3より得られた自身の走行速度評価について、平均値と標準偏差を Figure 3 に示す。Figure 3より、女性において男性よりも、走行速度の評価値が低い傾向が認められる。一方、年齢による影響は認められない。性別と年代を要因とする2要因分散分析を行ったところ、性別の主効果のみが有意であった [$F(1, 490) = 24.25$, $p < .01$]。

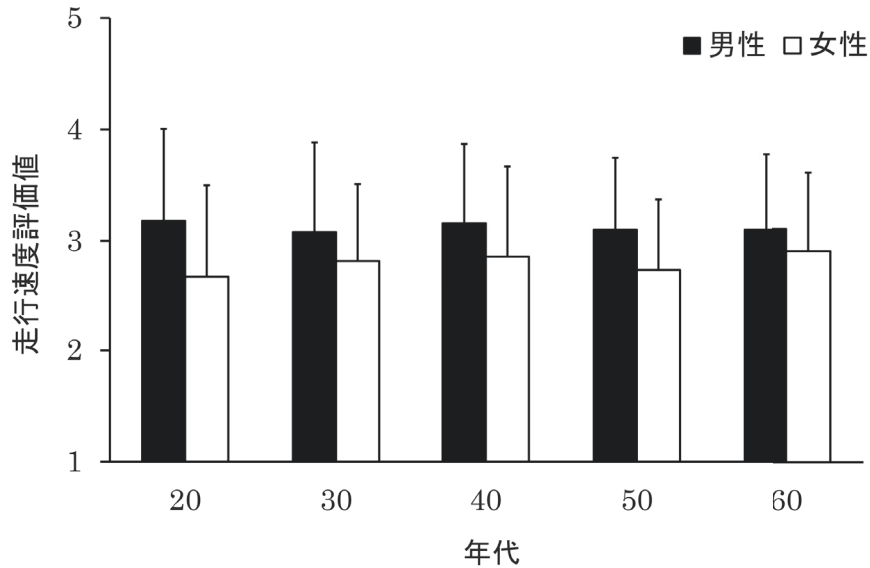


Figure 3. 各年代における走行速度評価値の平均値と標準偏差

4. 考察

本研究では、運転者の走行速度推定に関する基礎的データの蓄積を目的に、運転免許を有する20代から60代までの男女を対象に、意識調査を実施した。その結果、どの年齢、性別においても、「スピードメータ」や「先行車との距離」を特に重要と考えていること、一方で、「地面とタイヤの摩擦音」や「風切り音」は必ずしも重要とは考えられていないことが示された。同様の結果は、「3. どちらともいえない」の評価値との比較からも得られた。後者の解析では、さらに「地面とタイヤの摩擦音」と「風切り音」以外の手がかり情報において、過半数以上のグループで有意差が示された。すなわち、「エンジン・モーター音」、「車体の振動」、「アクセルの踏み込み量」、「車の移動に伴う周囲の景色の流れ」、「先行車を除く他の車との距離」もある程度、重要な手がかり情報として運転者に認識されていることを示唆する。従来研究では、特にオプティカルフロー（車の移動に伴う周囲の景色の流れ）に基づく走行速度推定に関する研究が進められてきた（例えば、伊藤他, 2019; Wu et al., 2017）。一方で、視覚情報以外の手がかりについては、現状、十分な検討はなされていない。本研究の知見は、オプティカルフローを含む視覚手がかりの重要性を支持するとともに、視覚以外の手がかり情報についても、その検討が必要であることを明確に示しており、今後の研究に重要な知見となるといえる。

「先行車との距離」のみならず、「先行車を除く他の車との距離」でも重要性が高く評価された。これらの情報は走行速度の相対的関係の手がかりとして働くと考えられ、絶対的な速度を推定する手がかりではない。しかし、実際の運転では、運転者は車の前方および周囲の情報を探索し、追突や接触の危険を含む様々な危険を予測・認知する必要がある。このような実際の運転の性質上、先行車および周囲の車の距離を利用しやすい状況にあり、走行速度推定においても利用されていると考えられる。

「エンジン・モーター音」、「風切り音」、「先行車を除く他の車との距離」において、性差が認められ、前者2項目では、女性で評価値が低く、後者では女性で高かった。これは、女性では、聴覚情報よりも視覚情報により多く注意を向けて、速度を推定していることを示唆する。また、自身の運転する車の速度評価でも性差が認められ、女性において自身の走行速度が遅いと回答された。女性が走行速度を抑えた運転をしていることが報告されており（交通事故総合分析センター, 2006）、この違いが本調査においても認められたのかもしれない。

「スピードメータ」、「エンジン・モーター音」、「地面とタイヤの摩擦音」については、年代による差が認められ、50代・60代で、これらの手がかり情報が重要であると回答された。ただし、有意差は認められていないが、その他の項目についても全体に評価値が高い傾向が認められることから、手がかり情報全般に対して重

要であると回答しているといえる。この理由については明らかではないが、加齢に伴う知覚認知機能の低下等を考慮すれば、日常運転において多感覚から得られる情報により注意を向けていることを意味するかもしれない。

本研究では、運転免許の有無のみを条件として対象を選定していることから、ペーパードライバや運転習慣のないモニタも含まれた (Table 1 参照)。それ故、今後の研究として、ペーパードライバを除く、一定程度以上の運転時間を有する運転者を対象とした調査を実施する必要があるだろう。また、本研究では十分な数が得られなかったため検討が困難であったが、車種 (ガソリン車や電気自動車など) の違いによる効果も今後検討が必要であろう。

5. 結論

本研究では、20代から60代の男女を対象に走行速度推定に寄与する手がかり情報に関する意識調査を行った。その結果、「スピードメータ」や「先行車との距離」が走行速度を推定する上で重要であることが示された。また、「車の移動に伴う周囲の景色の流れ」や「エンジン・モーター音」、「アクセルの踏み込み量」など視覚、聴覚、触覚から得られる情報の重要性も示された。

謝 辞

本研究は JSPS 科学研究費 (JP20H04056) の助成を受けたものです。

引用文献

- Carter, C. J., & Laya, O. (1998). Drivers visual search in a field situation and in a driving simulator. In A. G. Gale, I. D. Brown, C. M. Haslegrave, and S. P. Taylor (Eds.), *Vision in vehicles VI*, Amsterdam: Elsevier, 21-31.
- 伊藤輔・島崎敢・藤井愛・加藤麻樹・三嶋博之・古山宣洋・石田敏郎 (2019). ドライバ視点映像の周囲に呈示したオプティカルフローが速度感覚に与える影響 人間科学研究, 32, 13-22.
- 警察庁 (2022). 「令和3年中の交通事故の発生状況」. <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/file-download?statInfId=000032169263&fileKind=2> (2022年10月28日).
- 交通事故総合分析センター (2006). 女性運転者による交通事故. *イタルダ・インフォメーション*, 60.
- Miura, T. (1992). Visual search in intersections: An underlying mechanism. *IATSS Research*, 16, 42-49.
- 瀬川かおり, 氏家弘裕, 岡嶋克典, 斎田真也 (2003). オプティカルフローによる自己移動速度知覚に距離手がかりが及ぼす影響 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 8, 111-117.
- Seya, Y., Nakayasu, H., & Yagi, T. (2013). Useful field of view in simulated driving: Reaction times and eye movements of drivers. *i-Perception*, 4, 285-298.
- World Health Organization (2008). *Speed management. A road safety manual for decision-makers and practitioners*. World Health Organization, Geneva.
- Wu, C., Yu, D., Doherty, A., Zhang, T., Kust, L., & Luo, G. (2017). An investigation of perceived vehicle speed from a driver's perspective. *PLoS ONE*, 12: e0185347.
- 吉田準史・助川吉行・西脇将太 (2019). 様々な運転状況での車速コントロールに及ぼすエンジン音の効果 自動車技術会論文集, 50, 1624-1630.