

IV-16 視認性評価における人間とデジタルカメラの比較分析

北海道大学大学院○学生員 佐々木 拓
 北海道大学 岡村 智明
 北海道大学大学院 正 員 萩原 亨
 北海道大学大学院 正 員 加賀屋誠一
 北海道警察本部交通部 中榮 高広

1.はじめに

視認性評価における手法として、デジタルスチルカメラ(以下 DS カメラと称す)の導入可能性を検討した「道路交通の視認性評価におけるデジタルスチルカメラの導入可能性に関する研究」⁽¹⁾では、以下のことを示した

- ・夜間におけるピクセル値と輝度に関する実験から、各 EV 値と輝度の関係を近似曲線の作成によって定式化できることを示した。
- ・夜間では道路周辺の環境光が CCD の感度に及ぼす影響は小さく、室内実験で定式化したピクセル値と輝度の近似曲線が適用できることを示した。

以上のことから DS カメラは、視認性評価におけるデバイスとして導入する意義はあると言えた。しかし、DS カメラは実際測定されたデジタル値から視認性を評価できるデバイスであり、人間の目から見た視認性評価とを比較する必要がある。

本研究の目的として、ある測定対象物に対して、人間と DS カメラから求めたコントラストから各々“見える”・“見えない”の判定をし、Blackwell の限界コントラストの曲線と比較することによって、視認性評価において DS カメラの適応性を検討することとする。これまでの研究と本研究のフローを図1に示す。本研究で用いた DS カメラは、これまでの研究に用いたものと同じものを用いる。

2.DS カメラと被験者による視認性評価値の比較実験

2.1 視認性評価手法

視野中の一点に存在する対象物を知覚し視認す

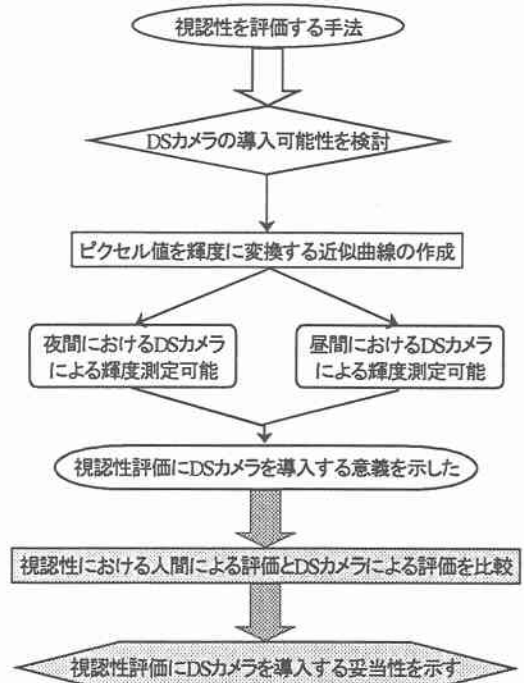


図1 フロー

るためには、その対象物の輝度(L_0)がその周辺(背景)の輝度(L_b)と異なっており、その輝度の差($|L_0 - L_b| = \Delta L$)が視覚の識別できる最小の輝度の差より大きくなければならない。その最小の輝度の差を限界コントラストという⁽²⁾。

一様な背景に対する限界コントラストは、一様な輝度に関して Blackwell⁽³⁾が行った実験から、背景輝度の増加とともに増大する。このことは、背景輝度の増加とともに、視覚の輝度の差を識別する能力

が低下していくことを意味している。この原因の一つは、視野の輝度の増加とともに網膜の感度が低下することである。

一様な背景に対する限界コントラストに影響を及ぼす条件として主要なものを以下に示す

・対象物の視角寸法の影響

対象物の視角寸法が小さくなるほど、対象物の視認に必要な背景輝度が高くなり視認が困難になる。この結果は、順応輝度が比較的低い場合のものであるが、一般には順応輝度が高いと対象物の視角寸法による影響は少なくなる。

・対象物の提示時間の影響

Blackwell の実験結果をもとに、輝度差弁別閾と対象物の提示時間の関係を示した。対象物の提示時間が短くなるほど、対象物の視認に必要な背景輝度が高くなり、対象物の視認が困難になることを示している。通常の眼球運動中に、視野内の一点に停留する時間は、0.1~0.2 秒といわれているので、視標の提示時間を制限せずに行った実験結果を、実用的な目的に使用する場合には、この影響を補正する必要がある。

・視力

・背景輝度

・対象物の存在についての予期

・対象物の存在場所についての予期

本研究では Blackwell の限界コントラストの実験を踏まえて実験を実施し、限界コントラストを用いた。

2.2DS カメラによる校正曲線の作成

DS カメラでコントラストを求める場合、明るさ(輝度)を求める必要がある。しかし、DS カメラで撮影した画像は、撮影時のシャッター速度や絞りの組合せによって同じ対象物であっても明るさのデジタル値(ピクセル値)が異なる。そのため、光量の基準として EV 値を用いた。EV 値とは、ある絞り値とシャッター速度の組み合わせた時の光量を指数(数値)で表したものである。

DS カメラと輝度計を用いて同一対象物の明るさをそれぞれ観測した。その結果を EV 値毎に輝度とピクセル値の関係として表し、EV 値毎の校正曲線を求めた。よって、EV 値が決まればピクセル値から輝度に変換でき、DS カメラで撮影することによ

ってコントラストを求めることができることを示した。

2.3 実験日時と視覚対象物の配置

実験日時は、1998 年 9 月 19 日、26 日の 17 時~18 時、10 月 17 日、24 日の 16 時~17 時に行った。実験状況は、屋外で晴天時という条件で行われた。

実験に用いた視覚対象物は、白色(反射率 50%)・灰色(反射率 30%)・黒色(反射率 10%)のバンドール紙を貼った 3 枚の板とした。3 枚の板の大きさはすべて等しく、新聞紙の半分であった。板は、被験者から一直線上の 50m・130m・210m の位置 3ヶ所とした。

2.4 被験者

被験者数は、年齢は 27~44 歳 10 名、63~78 歳 60 名、合計 70 名となった。被験者の詳細を表 1・2 に示す。被験者には、視認するべく対象物は板であることを知らせており、板の配置箇所 50m・130m・210m をあらかじめ予期できる程度に知らせ

表 1 被験者の詳細(1)

実験日	年齢	右目		左目	
		視力	コントラスト	視力	コントラスト
9 月 19 日 (一般)	35	1.5	678	1.2	690
	29	2	615	2	395
	27	2	580	2	348
	34	2	348	2	461
	44	1.5	359	2	436
	30	2	395	2	359
	27	2	394	1.5	303
	25	1	336	1	303
	37	1.2	221	1.5	199
9 月 26 日 (高齢)	42	0.9	129	0.9	163
	70	1	131	1	387
	66	1.5	272	0.9	378
	68	0.6	369	0.5	150
	78	1.2	325	1.5	320
	70	0.9	247	1	222
	65	1.2	212	1.5	222
	71	1.2	180	0.9	154
	75	0.8	100	0.9	153
9 月 26 日 (高齢)	71	1.2	149	1.2	146
	73	1.2	132	1.2	108
	70	1	215	1.5	378
	72	1.2	340	1.2	287
	76	0.9	289	0.6	332
	67	1	255	1.5	290
	71	1	212	1.2	222
	70	0.7	222	0.8	139
	67	1.2	197	1.2	212
9 月 26 日 (高齢)	76	0.8	210	0.9	209
	69	0.9	171	1	174
	69	0.6	129	0.6	143

た。しかし、どの場所に何色の板を配置するかは知らせなかった。

2.5 実験内容

実験の配置を図2に示す。DS カメラは、被験者が視認する上で邪魔にならないように被験者の前に設置した。板は、一回の提示に一枚だけ一ヶ所に配置した。提示時間を制限するため、暗幕を用いた。

実験は、配置箇所(3ヶ所)×板(3色)と板の配置なし(2回)の11パターンを1セットとした。1セットの被験者数は10人とした。

2.6 実験手順

11パターンを連続に行い、1パターン2秒間提示し、提示時間以外は暗幕によって被験者に板の配置箇所を知らさないようにした。提示時間内で、被験者には1パターン毎に板の視認性を3段階で評価を行った(1.見える 2.ようやく見える 3.見えない)。同時にDSカメラでは、1パターン毎に周辺光量に適したEV値で撮影を行った。

3. 実験結果

3.1 被験者による視認性評価

被験者による3段階評価を“見える”を2点、“ようやく見える”を1点、“見えない”を0点として扱い、各10名の被験者による評価の平均値を求め、0~0.5点を“低得点”、0.5~1.5点を“中得点”、1.5~2点を“高得点”とした。

3.2 DSカメラによるコントラスト測定

DSカメラで撮影した写真からコントラストを求めるため、対象物輝度と背景輝度となる範囲を画像から選択し、ピクセル値を観測した。写真毎の選択範囲によるピクセル値の誤差をなくすため、選択したピクセル数や範囲を50m、130m、210mごとに一定にした(写真1・2・3参照)。背景輝度は、本実験における視野を一様であるとし、写真に示した板の周辺部分のピクセル値の平均値とした。観測したピクセル値は、撮影した時のEV値に応じた輝度に変換できる近似曲線を用いて、輝度に変換した。変換した輝度を、対象物輝度、背景輝度とし、コントラストを求めた。

3.3 被験者による視認性評価とDSカメラによるコントラスト値の比較

図3・4・5は、板が50m・130m・210mに配置された時のDSカメラにより求めたコントラストを、

表2 被験者の詳細(2)

実験日	年齢	右目		左目	
		視力	コントラスト	視力	コントラスト
10月17日 (高齢)	72	0.4	233	0.7	233
	69	1.5	232	1.5	232
	68	1	212	1	212
	67	0.9	205	1.5	205
	76	1.2	190	0.9	190
	69	0.8	156	0.8	156
	67	0.9	146	0.5	146
	71	0.6	90	0.7	90
	69	0.4	70	0.5	70
	74	0.1	55	0.4	55
10月17日 (高齢)	71	0.7	212	1.5	310
	71	1.2	244	1.2	247
	69	1.5	219	0.6	94
	63	0.6	101	0.6	173
	78	0.5	95	0.8	163
	75	0.9	149	0.7	55
	72	0.6	41	1.2	146
	70	1	121	0.7	136
	70	0.8	122	1	100
	71	1.5	73	0.8	47
10月24日 (高齢)	67	1.5	295	1.2	395
	66	0.8	233	0.9	257
	65	0.8	219	0.8	249
	76	0.6	170	0.8	181
	72	0.7	174	0.7	149
	66	1	146	0.4	133
	71	0.6	146	0.6	112
	71	0.7	98	0.9	146
	61	0.5	112	0.4	122
	69	0.7	82	0.6	90
10月24日 (高齢)	69	1.5	329	1.5	190
	67	1.5	317	1.5	215
	65	1.5	272	1	124
	71	0.8	262	1	219
	76	1.2	247	1	174
	69	1.5	139	1.5	187
	70	1	178	1	108
	73	1.5	112	1.2	174
	69	1.2	146	1	173
	70	0.9	132	1	143

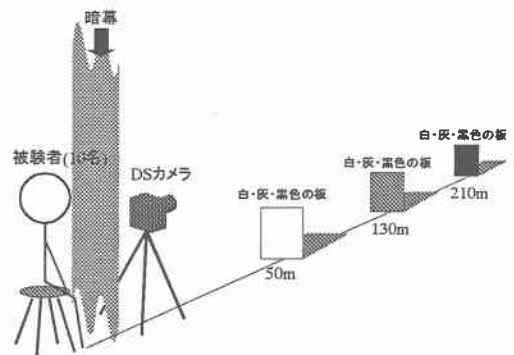


図2 実験配置図

Blackwell の実験結果から求められた限界コントラストの曲線と比較した結果である。

図 3・4・5 から、図 4 の中得点で限界コントラストから外れている点があるが、実際の点数は 0.5 点であったことから、高齢者と一般両方とも Blackwell の限界コントラストの条件をすべて満たした。

図 5 から高齢者に関しては、Blackwell の限界コントラストよりも高い値でも、“ほとんど見えない”という結果が見られた。Blackwell の限界コントラストを求めた実験の被験者の年齢は、20~30 歳を対象としていたことから、高齢者の限界コントラストは少し Blackwell の限界コントラストより高い曲線と考えられる。

4.まとめ

本研究で行った実験では、周辺の視野を一様であるとし、DS カメラでは画像解析によって均質な輝度の平均値を求めることができるという利点を生かし、対象物の背景輝度を対象物周辺の輝度の平均値として取り扱った。しかし、この仮説にはまだまだ検討の余地はある。人間が対象物を視認する際、背景輝度による影響がどの程度までなのか、また、選択した背景輝度の標準偏差が大きい場合、背景輝度の平均値でいいのかなどを検討する必要がある。以上のような問題を残してはいるが、本研究では Blackwell の実験結果を用いて、人間による視認性の評価と DS カメラによる視認性評価の相関性が高いことを示した。

参考文献

- 1) 佐々木 拓,萩原 亨,加賀屋誠一: 道路交通の視認性評価におけるデジタルスチルカメラの導入可能性に関する研究: 平成 10 年度第 18 回交通工学研究発表会論文報告集, p113 ~116
- 2) 色彩科学ハンドブック(第 2 版): 第一章,3 節, 視知覚と視認: 1998、日本色彩学会
- 3) JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA: VOLUME 36, NUMBER, 11: Contrast Thresholds of the Human Eye: NOVEMBER, 1946

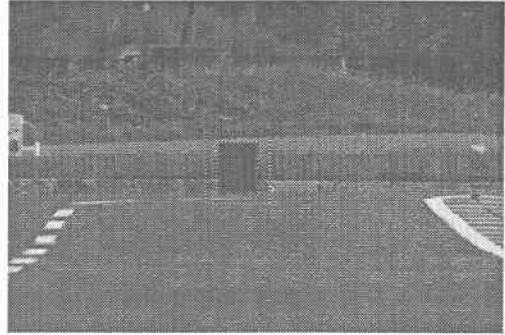


写真1 板の配置 210m

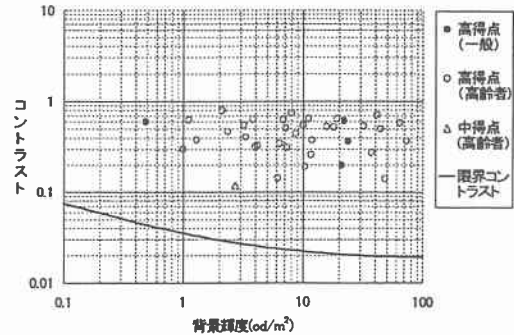


図3 板の配置 50m

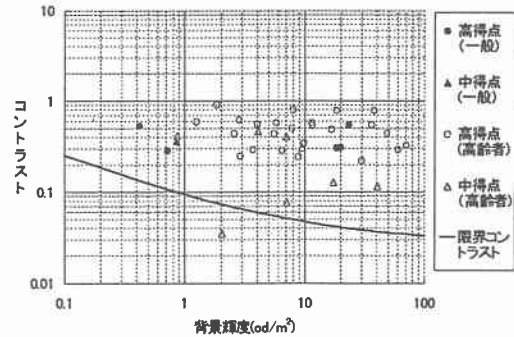


図4 板の配置 130m

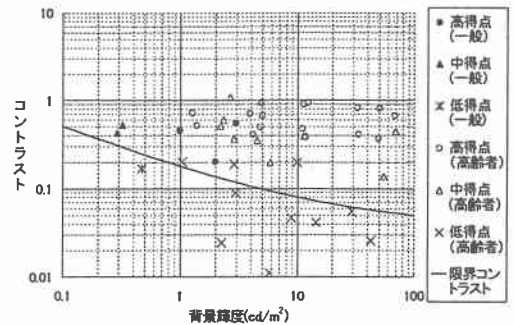


図5 板の配置 210m