

# 四輪車のライト点灯行動の実態調査

神田 直弥

The relationship between the ambient illuminance and the number of vehicles using lamp is researched for three different sites in Shonai Region, Yamagata. Results show that only commercial vehicles light their headlights in a daylight condition at which ambient illumination is over 30,000lx. At sunset, only 42% of all vehicles use their lamp. The horizontal illuminance at which 50% of private vehicles are using the lighting system is approximately 275lx, which is 1.2 minutes after sunset. Weather has the most influence upon drivers' lighting behaviors. In cloudy weather, they tend to light earlier, and at higher illuminance. Effects of season and sex of drivers on drivers' light-up timing are relatively small. The importance of the promotion to turn their headlights on before sunset is discussed.

## 1. はじめに

交通事故要因の多数を占めるのは人的要因であり、特に運転者による見落としや発見遅れといった認知エラーが多いことが指摘されている<sup>(1)</sup>。対象物の視認性や発見のしやすさを考える上で重要となるのは、照度や対象と背景のコントラスト、対象のサイズ、運動の有無である<sup>(2)</sup>。車両は道路上において基本的には走行しているので、運動を伴っているといえる。しかし、見通しの良い交差点においては衝突するタイミングで接近する交差車両が停止して見えることが指摘されており<sup>(3)</sup>、運動の手がかりがない状況も存在している。一方、車両と背景のコントラストを保つことは可能であり、明るい色の車の利用がこれを達成する最も単純な方法である。ボディカラーがクリーム色や白色の車両は、黒やダークグリーンの車両よりも通常、日中の被視認性は高い<sup>(4)</sup>。しかし、

降雪時においてはこの関係は逆になる。また日没前や曇天時等の低照度下では、車両や背景の輝度が低下するため、ボディカラーに関わらず車両の被視認性は低下する。車両自体に光源を持たせる、すなわちライトを点灯して走行する昼間点灯 (Daytime Running Light; DRL) は、背景に対する適度なコントラストを保証する。昼間点灯車両は、非点灯車両と比較して中心視<sup>(5)</sup>、周辺視<sup>(6)</sup>いずれにおいても誘目性が向上し、より遠方で発見されやすくなることが実証されている。また点灯車両は、実際よりも接近しているように見えることも確認されている<sup>(7)</sup>。

これらの知覚上の効果をもつ昼間点灯は日中の車両相互の事故、具体的には追越時の正面衝突と出合頭事故の防止に有効であるという報告が多い<sup>(8)(9)(10)(11)(12)(13)</sup>。一部、死亡事故の増加<sup>(14)</sup>や、効果を疑問視する研究<sup>(15)</sup>もあるが、既存の研究の再分析を行った研究<sup>(16)(17)</sup>も事故の減少を示しており、全体的には点灯効果は好意的に受け止められている。

四輪車の昼間点灯は、現在ヨーロッパを中心に広く実施されており<sup>(18)(19)</sup>、フィンランドやスウェーデンをはじめとして十数カ国では法制化が行われている。日本国内でも都道府県レベルや企業レベル、事業所レベルでの取り組みが行われるようになってきている<sup>(20)</sup>。ただし、昼間点灯の効果を考える上では照度が問題となる。昼間点灯が広く実施されているヨーロッパ諸国と比較して日本は緯度が低く、日照時間が長い。ヨーロッパにおける点灯効果の実験的な検討は、主に1万ルクス以下で行われている。これに対して日本では夏の晴天時には10万ルクスを越える照度に達することも少なくない。昼間点灯の効果と緯度の関係を示したKoornstraの研究<sup>(21)(22)</sup>では、緯度の低下に伴う事故軽減効果の減少が示されている。また、元木らは乗用車の単独走行時における被視認性評価実験を行い、昼間点灯による被視認性向上の効果が見られるのは1万ルクス以下であり、1,000ルクス以下で効果が大きくなることを指摘している<sup>(23)</sup>。

昼間点灯は実施季節や実施道路を限定する場合もあるが、基本的には走行中に常時点灯を行うものである。一方で、国内における取り組みに目を向けると、日没の1時間程度前からライトを点灯する、早め点灯活動の推進が行われている。定義により若干の差異があるが、日没前後の時間帯を薄暮時と呼ぶ。この時間帯は網膜上に分布する錐体と桿体の2種類の視細胞の機能的な優位性が変

化する過程である。桿体細胞は暗所で働く細胞であるが、錐体細胞とは感度の高い光の波長が異なるため、この時間帯になると青色が鮮やかに感じられ、赤色がくすんで見えるようになる。これをプルキニエ現象と呼ぶ。また視細胞には照度の低下に対して順応を行う暗順応の機能があるが、完全に順応するまでには20～30分の時間を要する。薄暮時には急激に照度が低下するため、順応が追いつかず周囲が見えづらくなることがある。早め点灯は他の道路利用者からの被視認性の向上のみでなく、運転者の視認性の向上をもねらいとしている。

薄暮時の点灯行動は、照度や時刻、季節、天候の観点から検討されている。三谷ら<sup>(24)</sup>、福岡<sup>(25)</sup>は9月から4ヶ月の期間で観察調査を実施し日没直前の点灯率を調べている。そして、前照灯の点灯率は晴天時（600ルクス）ではほぼ0%であり、曇天時は約5%であったこと、車幅灯を含めるとそれぞれ10%、40%であったことを指摘している。道路交通法（第52条）では、日没から日の出の間はライトの点灯を義務づけているが、必ずしも全ての車両が日没の時点で点灯を行っているわけではないといえる。なお、天候による点灯率の相違は、日没時の照度の違いによるものであり、晴天時と曇天時で同一の照度における点灯率を調べると差が見られなかったと報告している<sup>(24)(25)</sup>。一方、ライトの点灯が、ドライバーが運転を継続する上で許容される明るさを下回った際に行われると考えた場合、点灯率が50%となる照度は安全な走行を継続する上で別途光源を必要とする閾値となるが、冬季における調査<sup>(26)</sup>からは、晴天時では75ルクスであり、曇天時は100～50ルクス、雨、雪、みぞれでは200～100ルクスであったという結果が得られている。季節による点灯率の変化については鈴木ら<sup>(27)</sup>の報告がある。この研究では夏季および冬季に観察を実施し、日没時刻を基準として点灯のタイミングを調べ、冬季の方が点灯が遅れたことを確認している。また前照灯と車幅灯の点灯のタイミングについては、前者が後者の点灯から10分ほど遅れることが指摘されている<sup>(24)(25)(27)</sup>。

現在、国内では昼間点灯および早め点灯が推進されつつあるが、昼間点灯に関しては現状における実施の実態は明らかにされていない。事業用の車両であれば、所属する企業の昼間点灯の推進の有無と各社の車両保有台数から実施率の推定は可能であるが、一般ドライバーについては推定も難しく、また実施率に関するデータの蓄積もない状況である。一方、早め点灯に関しては上述の通り

国内でもいくつかの研究が行われているが、点灯率を求めるにあたり、照度を基準とする場合と、日没からの経過時間を基準とする場合があり、両者の関係がややわかりづらい状況となっている。また、時間的に早い段階から行われる昼間点灯の実施状況によって、早め点灯の実施率も変化する可能性がある。特に、昼間点灯が推進されている事業用車両では日没前の点灯率も高まると考えられる。このため早め点灯について検討する上では車種を考慮に入れる必要がある。また、男性は女性と比較してよりリスクの高い運転を行うことが指摘されており<sup>(28)</sup>、ライトの点灯行動にもその影響があらわれる可能性がある。

そこで本研究では、実際の道路を走行する四輪車のライト点灯の実施状況を調査して現状を把握することで、今後の取り組みに対する基礎的なデータを提供することを目的とする。なお実施にあたっては季節や天候別の調査を行うことで既存の研究との比較を行い、かつ車種や運転者の性別を要因として取り上げることで新しい知見の提供をめざす。

## 2. 調 査

山形県庄内地域に位置する3地点で調査を行った。調査地点は車線数と交通量を考慮に入れて選定した(表1)。調査地点の緯度はいずれも北緯36度であった。調査日は2005年の8月と9月、および2006年の2月と3月の平日であり、晴天時および曇天時を対象とした。便宜的に8月、9月中に実施したものを夏季、2月、3月に実施したものを冬季としてあつかった。各地点につき4日から6日の調査を行い、合計で15日間の調査データを得た(表2)。調査時間は、各日とも照度の高い13時から15時の120分(前半)と、照度が低下していき点灯率がほぼ100%となる日没15分後からさかのぼる120分(後半)の計240分間であった。日没を調査を行う上での基準としているため、後半の調査時刻は調査日によって異なっている。終了時刻が最も遅かったのは18時44分(8月19日)、最も早かったのは17時29分(2月13日)であった。日没時刻は国立天文台発表の気象暦を参照した。調査項目は車種、性別、点灯の有無とライトの種類であり、先行車両がトラックである等の理由により点灯状況を確認できない車両を除く、全四輪車を対象とした。あわせて1分ごとに照度

を計測、記録した。車種については表3の11種類に分類した。車種のうち「その他」はパトカーや教習車等の特種用途自動車、ショベルカー、トラクタ等の特殊自動車、タクシー以外の事業用乗用車を指す。なお、バスも台数が比較的小ないため自家用と事業用の区別を行わず単一のカテゴリとした。

表1 調査地点

	名称 (対象車両走行方向)	場 所	車 線 数	交 通 量
地点1	国道7号線 (南東行き)	酒田市豊里	片側2車線	多 (532台/h)
地点2	県道333号線 (南行き)	三川町横山	片側1車線	中 (458台/h)
地点3	県道355号線 (南東行き)	酒田市坂野辺新田	片側2車線	少 (329台/h)

表2 調査実施日

調査地点	調査日 (夏季)	調査日 (冬季)
地点1	8/22 (曇)、8/30 (曇)、9/2 (晴)、9/26 (晴後曇)	2/28 (曇)、3/9 (晴)
地点2	8/23 (晴)、8/31 (晴)	2/20 (曇)、3/2 (曇)
地点3	8/19 (晴)、8/29 (晴)、9/5 (曇)	2/13 (曇)、2/21 (晴)

\*各調査日の ( ) 内は計測時間における天候をあらわす

表3 車種の分類

	種類	ナンバーの色		種 類	ナンバーの色
1	自家用普通乗用車	白	7	事業用大型貨物車	緑
2	自家用軽乗用車	黄	8	事業用軽貨物車	黒
3	自家用軽貨物車	黄	9	タクシー	緑
4	自家用普通貨物車	白	10	バス	白・緑
5	自家用大型貨物車	白	11	その他	
6	事業用普通貨物車	緑			

### 3. 結 果

#### 3-1. 調査台数と構成比

調査対象となった車両は合計26,695台であった。各地点における車種別の調査台数および構成比を表4に示す。各地点ともに自家用普通乗用車の占める割合が高く、次いで自家用軽乗用車が多かった。また地点1では事業用大型貨物車の比率が若干高かった。運転者の性別を見ると、女性の割合は地点により

12.18%から16.84%であり、平均14.38%であった。男女別の車両構成比をみると（表5）、女性は自家用軽乗用車の構成率が高く、男性は自家用、事業用問わず貨物車の構成率が高かった。なお表5における性別「不明」は、フロントガラスへの光の反射により性別が特定できなかったものである。

表4 地点別の調査台数と車両構成比

	地点1		地点2		地点3		全 体	
自家用普通乗用	6,967	54.50%	4,012	54.76%	3,597	54.63%	14,576	54.60%
自家用軽乗用	2,127	16.64%	1,525	20.81%	1,540	23.39%	5,192	19.45%
自家用軽貨物	862	6.74%	701	9.57%	488	7.41%	2,051	7.68%
自家用普通貨物	1,132	8.85%	538	7.34%	511	7.76%	2,181	8.17%
自家用大型貨物	195	1.53%	49	0.67%	63	0.96%	307	1.15%
事業用普通貨物	455	3.56%	180	2.46%	129	1.96%	764	2.86%
事業用大型貨物	828	6.48%	214	2.92%	181	2.75%	1,223	4.58%
事業用軽貨物	41	0.32%	44	0.60%	20	0.30%	105	0.39%
タクシ-	31	0.24%	36	0.49%	8	0.12%	75	0.28%
バス	112	0.88%	18	0.25%	34	0.52%	164	0.61%
その他	34	0.27%	10	0.14%	13	0.20%	57	0.21%
合 計	12,784	100%	7,327	100%	6,584	100%	26,695	100%

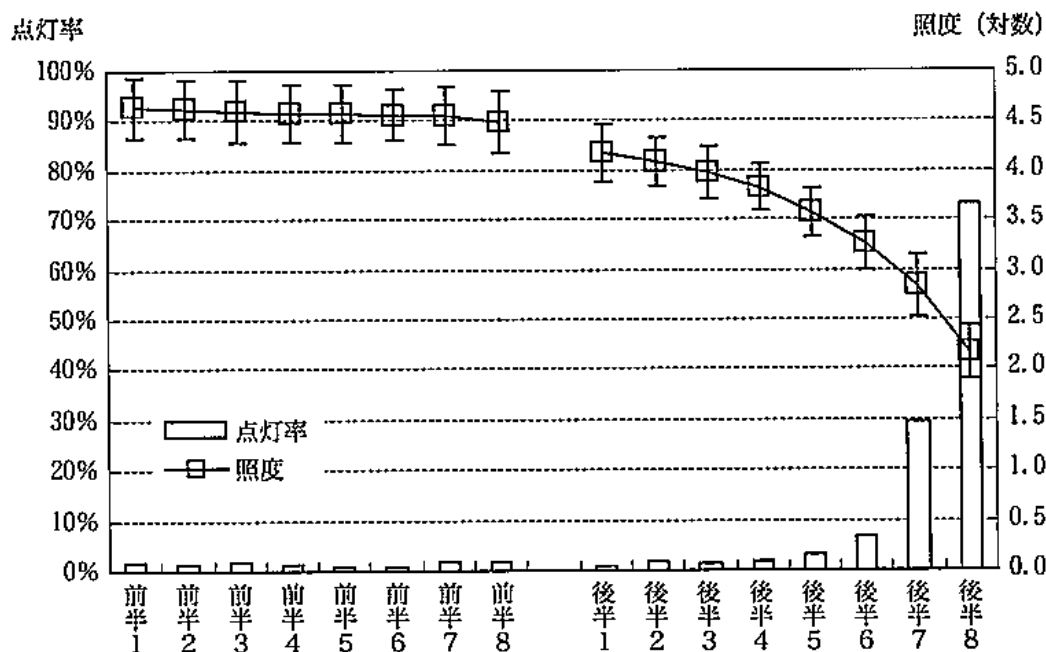
表5 男女別の調査台数と車両構成比

	女 性		男 性		不 明		全 体	
自家用普通乗用	1,842	47.98%	12,087	55.15%	647	68.98%	14,576	54.60%
自家用軽乗用	1,817	47.33%	3,174	14.48%	201	21.43%	5,192	19.45%
自家用軽貨物	151	3.93%	1,868	8.52%	32	3.41%	2,051	7.68%
自家用普通貨物	6	0.16%	2,156	9.84%	19	2.03%	2,181	8.17%
自家用大型貨物			302	1.38%	5	0.53%	307	1.15%
事業用普通貨物	13	0.34%	739	3.37%	12	1.28%	764	2.86%
事業用大型貨物	2	0.05%	1,200	5.47%	21	2.24%	1,223	4.58%
事業用軽貨物	5	0.13%	99	0.45%	1	0.11%	105	0.39%
タクシ-	2	0.05%	73	0.33%			75	0.28%
バス	1	0.03%	163	0.74%			164	0.61%
その他			57	0.26%			50	0.19%
合 計	3,839	100%	21,918	100%	938	100%	26,695	100%

### 3-2. 時間経過に伴う照度変化

照度は太陽の位置により変化する。そこで調査時間の240分間を15分×16ブロックに分割し、各ブロックにおける平均照度を調べた（図1）。なお照度は最も明るい時には10万ルクスを越え、日没後は10ルクス以下になることから対数変換した値を用いている。図1にはあわせて各ブロックにおける点灯率を示した。ここではライトの種類は区別せず、前照灯や車幅灯、フォグランプ等いずれかのライトが点灯している場合を全て含めている（以下、全ライトとする）。この図からは、前半の120分では照度の変化が少なく点灯率も低いこと、後半では徐々に照度が低下しており、それに伴って点灯率が増加していることが読み取れる。前半120分間の照度は30,000ルクスを上回っており、平均は対数値で4.57（≒37,500ルクス）であった。この値は日没時と比較しても高く、既存の研究を踏まえても点灯を行う暗さではない。それゆえ、前半における点灯行動は自発的な昼間点灯であると考えられる。一方、後半120分の点灯行動は照度への依存が大きいと考えられる。そこで以降では、前半と後半に分割して分析を進めた。

図1 照度変化と点灯率変化



### 3-3. 前半における点灯行動

前半120分の観察データを基に、車種別、地点別、ライト種類別の点灯率を調べた(表6)。表6において「車幅」は車幅灯を単独で点灯していたものであり、「フォグ」はフォグランプ単独およびフォグランプと車幅灯を点灯していた場合である。また「前照」は前照灯以外に車幅灯やフォグランプを点灯している場合も含めている。「その他」はLED式のランニングライト等、上記以外のライトをさす。「合計」はいずれかのライトを点灯している場合であり、これら4カテゴリの合計である。

表6 前半120分における点灯率

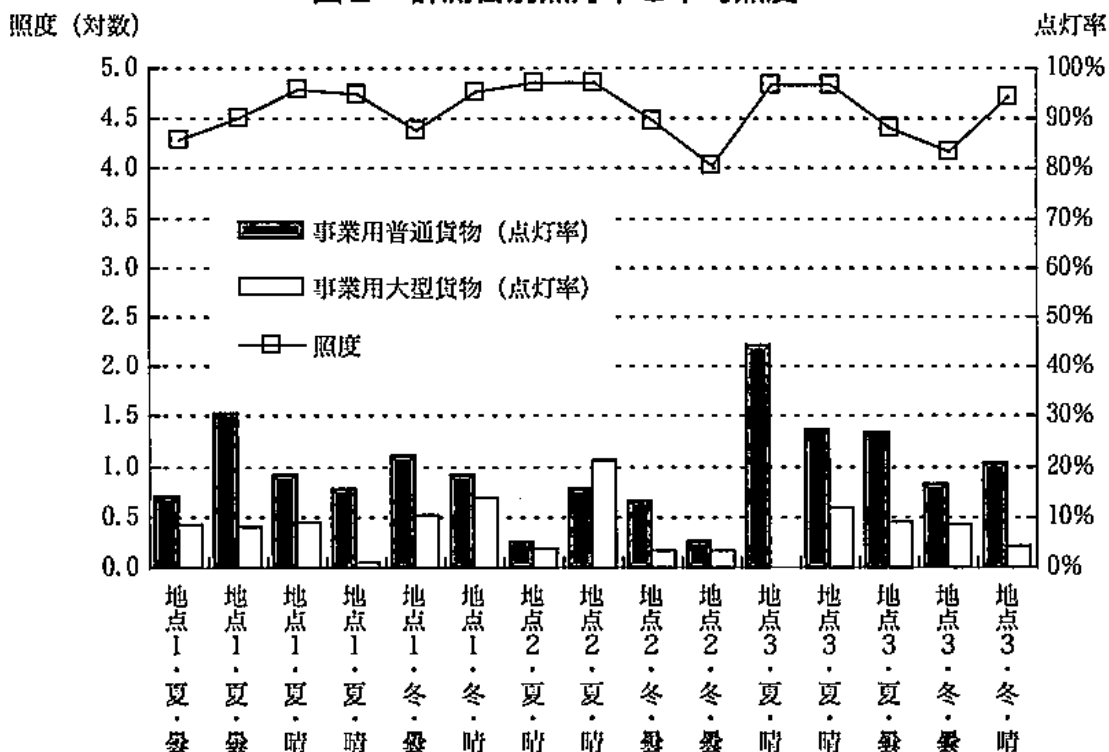
		自家用	自家用	自家用	自家用	自家用	事業用	事業用	事業用	タクシー	バス	その他	全体	
		普通乗用	軽乗用	軽貨物	普通貨物	大型貨物	普通貨物	大型貨物	軽貨物					
前半120分	地点1	台数	2501	793	334	579	114	250	439	13	15	54	5	5097
		前照	0.16%	0.00%	0.30%	0.52%	0.88%	15.60%	3.19%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.22%
		車幅	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.80%	0.46%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%
		フォグ	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.40%	1.59%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.16%
		その他	0.00%	0.13%	0.00%	0.00%	0.88%	3.20%	2.96%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.45%
		合計	0.16%	0.13%	0.30%	0.52%	1.75%	20.00%	8.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.90%
前半120分	地点2	台数	1685	646	322	298	31	101	106	27	22	6	4	3248
		前照	0.00%	0.31%	0.31%	0.67%	0.00%	9.90%	0.94%	0.00%	0.00%	0.00%	25.00%	0.52%
		車幅	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		フォグ	0.00%	0.00%	0.00%	1.01%	0.00%	0.00%	2.83%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.18%
		その他	0.06%	0.31%	0.00%	0.00%	0.00%	0.99%	2.83%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.22%
		合計	0.06%	0.62%	0.31%	1.68%	0.00%	10.89%	6.60%	0.00%	0.00%	0.00%	25.00%	0.92%
前半120分	地点3	台数	1437	590	192	246	39	77	120	10	4	16	3	2734
		前照	0.07%	0.00%	0.52%	1.22%	0.00%	18.18%	4.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.88%
		車幅	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.07%
		フォグ	0.00%	0.00%	0.00%	0.41%	0.00%	1.30%	1.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%
		その他	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.90%	0.83%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%
		合計	0.14%	0.00%	0.52%	1.63%	0.00%	24.68%	6.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.24%
前半120分	全体	台数	5623	2029	848	1123	184	428	665	50	41	76	12	11079
		前照	0.09%	0.10%	0.35%	0.71%	0.54%	14.72%	3.01%	0.00%	0.00%	0.00%	8.33%	0.93%
		車幅	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.70%	0.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%
		フォグ	0.00%	0.00%	0.00%	0.36%	0.00%	0.47%	1.81%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.16%
		その他	0.02%	0.15%	0.00%	0.00%	0.54%	2.80%	2.56%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.31%
		合計	0.12%	0.25%	0.35%	1.07%	1.09%	18.69%	7.67%	0.00%	0.00%	0.00%	8.33%	1.45%

網掛けは点灯率1%以上を指す



点灯率の合計を見ると、全体では1.45%であるが、地点1は1.90%、地点2は0.92%、地点3は1.24%と若干の差異が見られた。 $\chi^2$ 検定の結果は有意( $\chi^2=294745.1$   $p<.01$ )であり、多重比較の結果、地点2における点灯車両の割合が有意に低かった。ただし車種別に点灯率を見ると、点灯率が高いのは事業用普通貨物車(18.69%)と、事業用大型貨物車(7.67%)のみであった。一般ドライバーが運転する自家用普通乗用車(0.12%)と自家用軽乗用車(0.25%)の点灯率はいずれもきわめて低かった。このため地点における差異は、点灯率の高いこれら2車種の影響が大きいと考えられる。そこでこれらの車種について地点による点灯率の差を調べた。その結果、事業用普通貨物車では有意な差は見られなかった( $\chi^2=0.52$ ,  $p>.05$ )が、事業用大型貨物車には有意な差が見られた( $\chi^2=6.14$ ,  $p<.05$ )。多重比較の結果、地点2では点灯車両が少なく、非点灯車両が多かった。また地点1と地点3では非点灯車両が少なかった(いずれも $p<.01$ )。地点による差が照度や天候によるものなのかを確認するため、計測日ごとに120分間の照度と点灯率を調べた(図2)。すると、同一地点であっても点灯率にはばらつきがあった。図中の折れ線グラフは照度の平均値であるが、必ずしも照度が低い日に点灯率が高いという関係にはなっていない。点灯率と照度の相関を調べると、事業用大型貨物車は $r=0.14$ 、事業用普通貨

図2 計測日別点灯率と平均照度



物車は $r=0.29$ であったが、いずれも相関係数は有意ではなかった。天候と点灯率の間にも関係は見出せなかった。点灯車両が通過した際に偶然照度が低かった可能性もあることから、点灯車両通過時における照度の平均値（対数値 $4.58 \equiv 37,826$ ルクス）と非点灯車両通過時における照度の平均値（対数値 $4.59 \equiv 39,163$ ルクス）を比較したが、統計的に有意な差は見られなかった（ $t=0.15$ ,  $p>.05$ ）。

### 3-4. 後半における点灯行動

後半120分の観察データを基に、車種別、地点別、ライト種類別の点灯率を調べた（表7）。点灯率の合計を見ると、全体では15.98%であり、前半と比

表7 後半120分における点灯率

		自家用	自家用	自家用	自家用	自家用	事業用	事業用	事業用	タクシー	バス	その他	全体	
		普通乗用	軽乗用	軽貨物	普通貨物	大型貨物	普通貨物	大型貨物	軽貨物					
後半 120分	地点1	台数	4466	1334	528	553	81	205	389	28	16	58	29	7687
	前照	12.40%	13.42%	7.58%	6.69%	9.88%	33.17%	20.05%	25.00%	31.25%	51.72%	6.90%	13.11%	
	車幅	2.75%	0.97%	3.79%	2.17%	4.94%	2.44%	1.54%	0.00%	18.75%	0.00%	10.34%	2.46%	
	フォグ	1.28%	0.90%	0.00%	1.99%	0.00%	4.39%	1.54%	0.00%	0.00%	0.00%	6.90%	1.26%	
	その他	0.83%	0.15%	0.00%	0.00%	1.23%	0.98%	2.83%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.69%	
合計	17.26%	15.44%	11.36%	10.85%	16.05%	40.98%	25.96%	25.00%	50.00%	51.72%	24.14%	17.52%		
地点2	台数	2327	879	379	240	18	79	108	17	14	12	6	4079	
	前照	9.11%	10.69%	9.76%	4.17%	5.56%	20.25%	17.59%	5.88%	14.29%	33.33%	16.67%	9.73%	
	車幅	2.11%	1.37%	2.11%	3.33%	5.56%	2.53%	0.93%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.99%	
	フォグ	1.03%	0.68%	0.79%	1.67%	0.00%	2.53%	3.70%	0.00%	0.00%	8.33%	0.00%	1.08%	
	その他	0.99%	0.46%	0.00%	0.00%	0.00%	2.53%	3.70%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.81%	
合計	13.24%	13.20%	12.66%	9.17%	11.11%	27.85%	25.93%	5.88%	14.29%	41.67%	16.67%	13.61%		
地点3	台数	2160	950	296	265	24	52	61	10	4	18	10	3850	
	前照	11.67%	13.26%	10.47%	10.57%	4.17%	40.38%	16.39%	10.00%	0.00%	27.78%	20.00%	12.39%	
	車幅	1.94%	0.95%	3.38%	1.51%	4.17%	3.85%	0.00%	0.00%	0.00%	5.56%	10.00%	1.82%	
	フォグ	0.69%	0.74%	0.00%	2.64%	0.00%	3.85%	3.28%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.86%	
	その他	0.32%	0.53%	0.00%	0.00%	0.00%	1.92%	1.64%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.36%	
合計	14.63%	15.47%	13.85%	14.72%	8.33%	50.00%	21.31%	10.00%	0.00%	33.33%	42.86%	15.43%		
全 体	台数	8953	3163	1,203	1058	123	336	558	55	34	88	45	15616	
	前照	11.37%	12.62%	8.98%	7.09%	8.13%	31.25%	19.17%	16.36%	20.59%	44.32%	11.11%	12.05%	
	車幅	2.39%	1.08%	3.16%	2.27%	4.88%	2.68%	1.25%	0.00%	8.82%	0.00%	8.89%	2.17%	
	フォグ	1.07%	0.79%	0.25%	2.08%	0.00%	3.87%	2.15%	0.00%	0.00%	1.14%	4.44%	1.11%	
	その他	0.75%	0.36%	0.00%	0.00%	0.81%	1.49%	2.87%	0.00%	0.00%	1.14%	0.00%	0.65%	
合計	15.58%	14.83%	12.39%	11.44%	13.82%	39.29%	25.45%	16.36%	29.41%	46.59%	24.44%	15.98%		

網掛けは点灯率1%以上を指す

較すると高くなっていた。点灯しているライトの種類を見ると、前照灯が最も多く、フォグランプは貨物車両を除くとあまり多くなかった。ただし後半は日没に向けて照度が低下するため、照度や時刻と点灯行動の関係を詳細に検討する必要がある。そこでまず、時刻と点灯率の関係を調べた。後半は日没を基準として計測時間を定めており、実際の時刻は計測日により異なる。このため時刻は日没を起点とした時間に変換した。すると、全体では日没の20分前より全ライトの点灯率が増加をはじめ、15分前からは前照灯の点灯率が増加していた。図3、図4は天候別、季節別に時間と全ライトの点灯率の関係を示したものである。横軸の日没後経過時間は日没を0とし、経過時刻を分単位で示している。負の値は日没前である。図中には全車両および事業用貨物車の結果を示している。事業用貨物車は普通貨物、大型貨物を含むもので、前半のデータで点灯率が高かったことから別途図示している。これらの図からは事業用貨物車の点灯率は計測を開始した時点から10%程度であり、全体的に高いこと、点灯率が増加し始めるタイミングも早いことがわかる。全車両について見ると、図3からは日没20分前より曇天時の点灯率が晴天時よりも高くなっている。季節別に見ると同様に冬季の点灯率が若干高いが天候ほどではない(図4)。天候に関しては前照灯に限定しても同様の傾向が見られたが、季節に関しては前照灯の点灯率の推移はほぼ同一であった。また、性別に関しては全ライト、

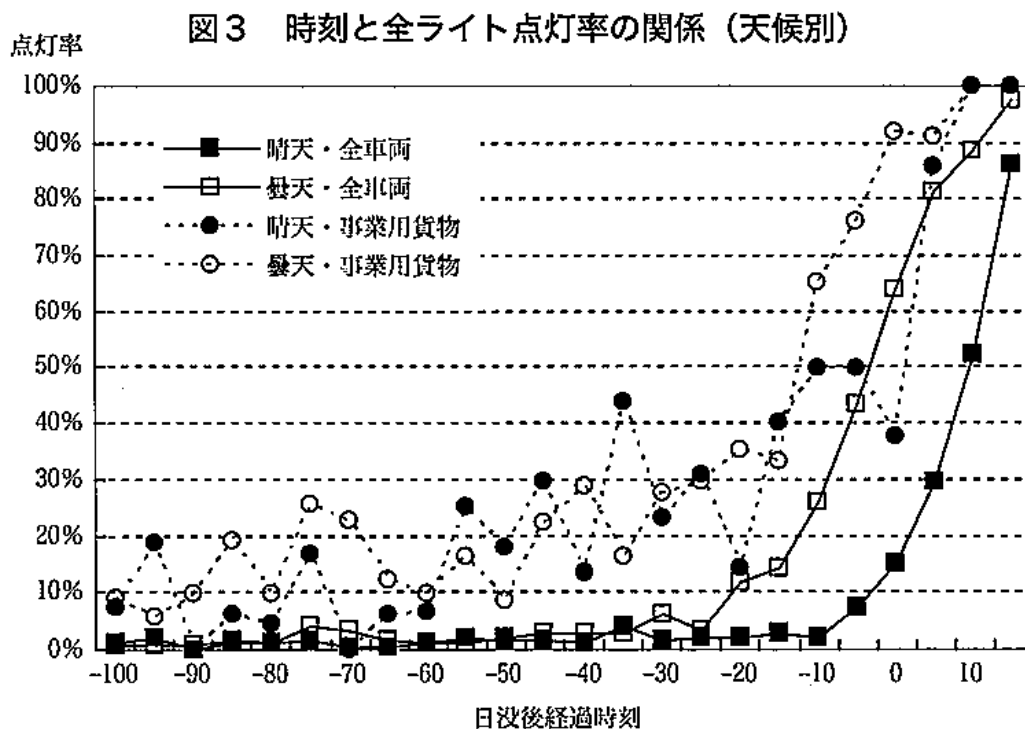
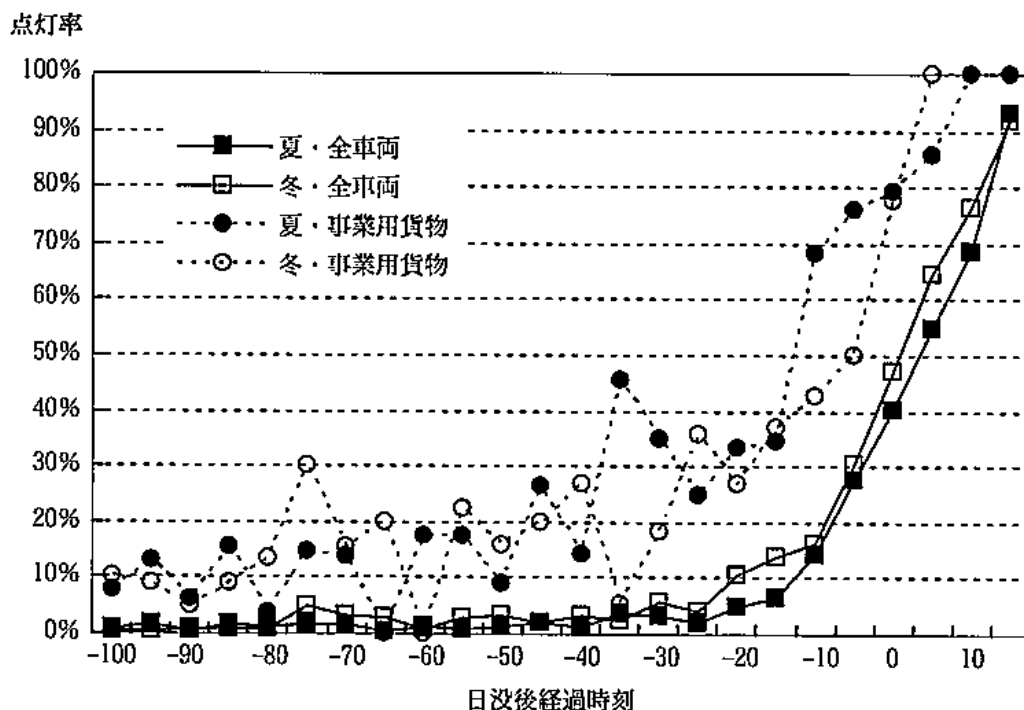


図4 時刻と全ライト点灯率の関係 (季節別)



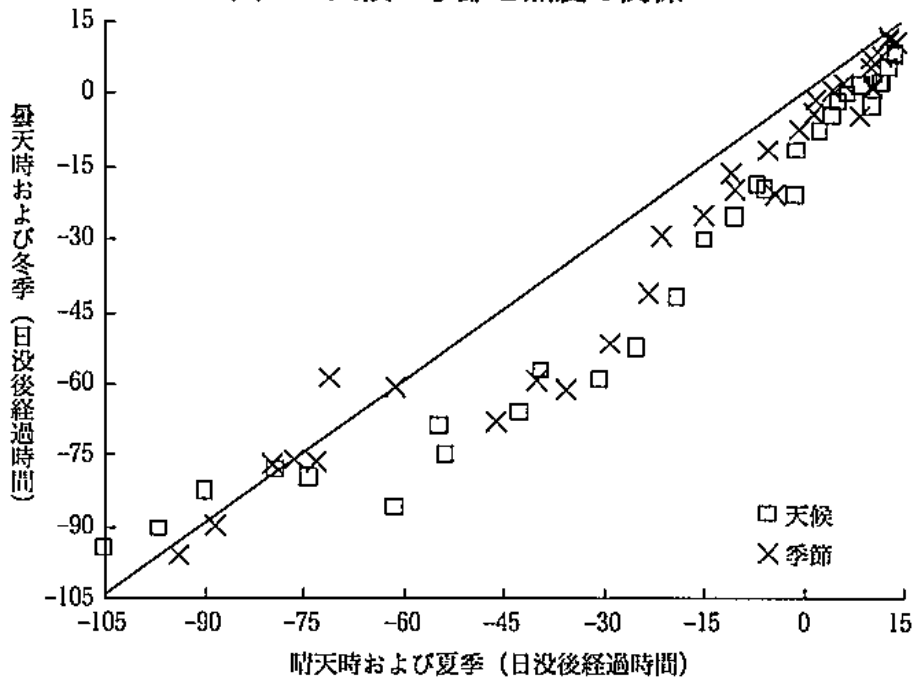
前照灯ともに違いは見られなかった。地点については若干凹凸があるが、全ライト、前照灯ともに地点2と地点3はほぼ同様の傾向であり、地点1がやや点灯率が高かった。

次に日没直前の5分間における点灯率を調べた。全体では前照灯の点灯率は29.23%であり、全ライトでは42.54%であった。天候や季節などの条件別に見ると(表8)、天候による差がもっとも大きく、性別については全ライト、前照灯ともに1~2%の差があるのみであった。ただし、点灯率が異なるのと同様に、日没時の照度も条件により異なっている。このため、点灯率の差異が照度の違いに起因している可能性がある。日没時の照度が異なっていた天候、季節、地点の各条件のうち、地点については計測日の影響が大きいと考えられるが、天候と季節については系統的な差があると考えられる。そこで後半120分のデータについて、照度の対数値を0.1刻みに分割し、その照度に達する時

表8 日没時の点灯率と照度

	地点1	地点2	地点3	晴天	曇天	夏季	冬季	男性	女性
全ライト	48.03%	41.71%	35.05%	15.17%	63.78%	40.23%	47.09%	42.86%	40.91%
前照灯	31.76%	26.20%	26.80%	8.98%	43.96%	28.28%	30.28%	29.09%	30.00%
照度	343	504	407	580	250	470	313	407	407

図5 天候・季節と照度の関係



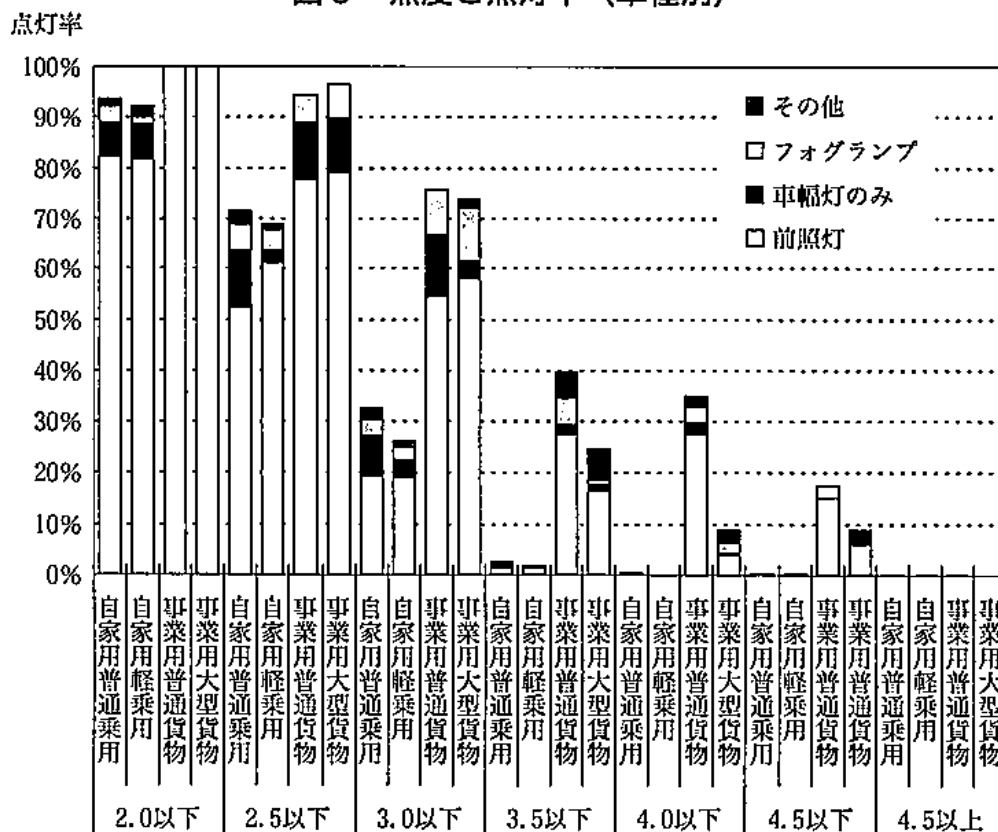
刻を晴天時と曇天時、夏季と冬季でそれぞれ調べた。結果は図5である。ここで縦軸、横軸はいずれも図3、4と同様に日没後の経過時刻をあらわしている。天候や季節により同一照度に達する時刻に差が見られないのであれば対角線上に点が集中するはずであるが、多くは対角線よりも下に位置している。すなわち晴天時や夏季では曇天時や冬季と比較して同一の照度に達するのが時間的に遅れることがわかる。日没前の1時間に着目すると曇天時や冬季に比べ、晴天時や夏季では同一照度に達するのに20～25分の遅れがあった。

次に照度と点灯率の関係を調べた。サンプルサイズの関係上、照度を対数値で0.5刻みに分割し、これを階級としてライトの種類別に点灯率を調べた。図6は車種別に図示したものである。ここでは4車種のみを表示しているが、自家用乗用車は普通、軽共に点灯を開始するのが照度対数値3.0 (=1,000ルクス)以下になってからであり、ライトの種類としては前照灯が多かった。一方、事業用普通貨物車、事業用大型貨物車はそれ以上の照度でも比較的点灯率が高かった。なお、記載していない自家用貨物は軽、普通、大型いずれも自家用普通乗用車や自家用軽乗用車と同様の傾向を示していた。同様に天候別、季節別、男女別、地点別に点灯率の推移を調べると以下の特徴が見出された。

- ・ 照度対数値2.5前後で点灯率が50%を超えている
- ・ 照度対数値3.0以下における点灯率はいずれも曇天時の方が高い

- ・ 照度対数値3.0以下における点灯率はいずれも夏季の方が高い
- ・ 照度対数値3.0以下における点灯率はいずれも男性の方が若干高い
- ・ 照度対数値3.0以下における点灯率はいずれも地点1が高い

図6 照度と点灯率（車種別）



照度の対数値2.5は約316ルクスであり、これは日没付近の照度である。点灯率が50%に達する照度をライト点灯の閾値ととらえると、300ルクス前後が閾値になると考えられる。ただし図3、4に示したように点灯率は天候や季節によって変化が見られたことからこれらの要因を含めた検討を行う必要がある。図7は照度を対数値で0.1刻みに分割し、各照度下での点灯率を求めたものである。ここでの点灯率は全ライトを対象としている。図中では自家用乗用車（普通・軽）、事業用貨物車（普通・大型）、全車両について示している。事業用貨物車は比較的台数が少ないため多少の凹凸があるが、いずれも逆S字形を描いている。事業用貨物車は点灯を開始する照度や点灯率が50%に達する照度が自家用乗用車と比較して高くなっている。事業用貨物車は前半の点灯率も高く、純粋に照度に依存した点灯を行っていると考えるのは考えにくい。そこで自家用普通乗用車と自家用軽乗用車を対象に、全ライト点灯台数、前照灯点灯台数

を基準変数、照度、地点、性別、季節、天候を説明変数として、二項ロジットモデルへの当てはめを行い、点灯率が50%となる照度の推定を行った。なお図7において、照度が対数値で1.5になると点灯率が100%になっていること、点灯率が高まり始めるのが照度の対数値で3.8であることから、この間のデータを用いた。Pearsonの適合度検定の結果、全ライト、前照灯いずれも当てはまりの良いことが確認された（それぞれ $\chi^2=6547.71$ ,  $p=.99$ ;  $\chi^2=5008.51$ ,  $p=1.00$ ）。各変数の係数を見ると（表9、表10）、前照灯を対象とした際の性別のみが有意ではなかったが、他の変数の係数は有意であった。各変数を組み

図7 照度と点灯率

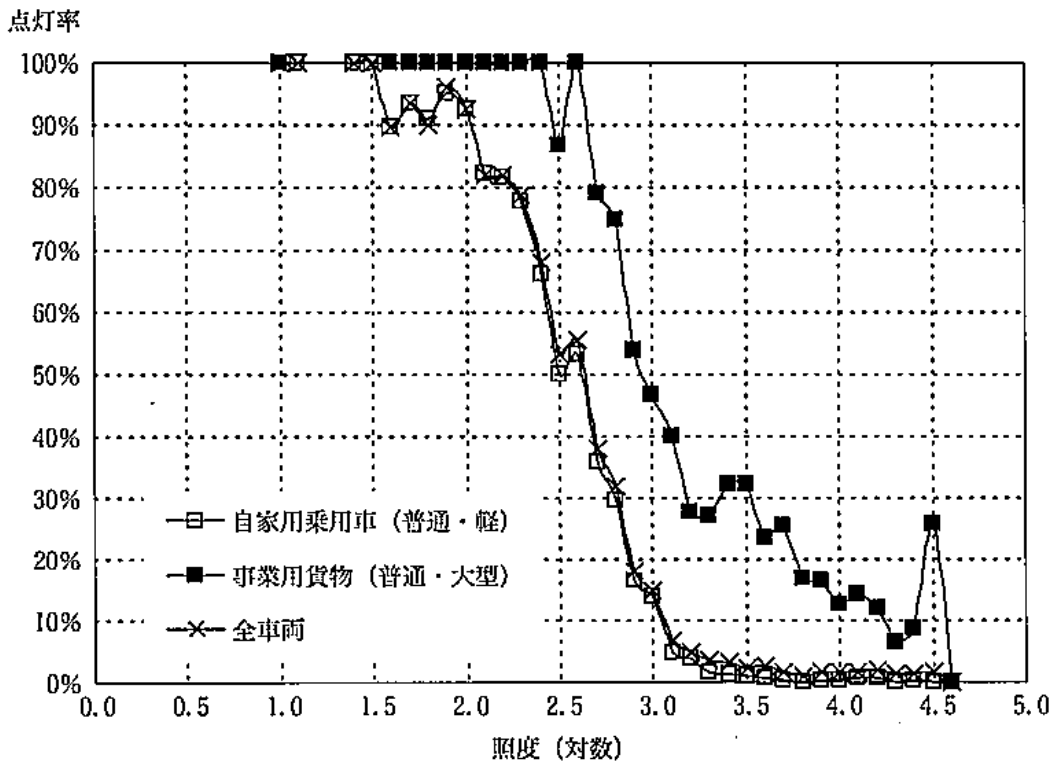


表9 二項ロジットモデルによる推計結果（全ライト）

変数	係数	標準誤差	Z
地点	-0.32	0.06	-5.31
天候	0.62	0.10	6.44
季節	-0.60	0.10	-6.31
照度	-4.76	0.13	-38.02
性別	0.33	0.12	2.83
切片	11.64	0.46	25.38

表10 二項ロジットモデルによる推計結果（前照灯）

変数	係数	標準誤差	Z
地点	-0.23	0.06	-3.90
天候	0.54	0.10	5.51
季節	-0.83	0.10	-8.34
照度	-4.09	0.11	-35.81
性別	0.07	0.12	0.62
切片	9.92	0.45	21.97

合わせて点灯率が50%になる照度を調べ、これらを平均すると全ライトの場合は約275ルクスであり、前照灯のみでは約179ルクスであった。変数別に平均値を算出した結果を表11に示す。ここからは3地点の中で地点1が点灯率が50%に達する照度が最も高く、地点3が最も低いこと、同様に晴天時よりも曇天時の方が、冬季よりも夏季が点灯する照度が高いことがわかる。性別についても、全ライトのみ男性の方が高い照度で点灯率50%に達していた。なお、点灯率が50%となる照度と、この照度に達する時刻を日没を基準として調べると、全体では全ライトが日没1.2分後、前照灯が3.8分後であった。変数別に見ると（表11）、時刻の差が大きいのは天候であり、晴天時と曇天時では全ライトで約8分、前照灯で約7分の開きがあった。季節については前照灯のみ冬季の方が1分強遅く、性別による差異は時間に換算すると1分程度であった。地点については、地点1が最も早く、地点3が最も遅かった。

表11 点灯率50%に達する条件別照度・時刻

	地点1	地点2	地点3	晴天	曇天	夏季	冬季	男性	女性
全ライト 照度	318.42	273.24	234.47	234.49	316.26	315.12	235.63	297.57	253.18
時刻*	+0.33	+3.75	+4.75	+6.71	-1.43	+2.56	+2.80	+2.14	+3.43
前照灯 照度	202.74	177.87	156.06	151.89	205.89	219.75	138.03	182.53	175.25
時刻*	+4.00	+6.25	+7.00	+9.14	+2.14	+4.89	+6.20	+5.57	+5.86

\* 日没後経過時刻。例えば+1は日没1分後、-1は日没1分前をあらわす



## 4. 考 察

### 4-1. 昼間点灯行動について

13時から15時は照度が比較的安定しており、かつ3万ルクスを超える高い照度であった。過去の研究を見るとライトの点灯率に関する議論は1,000ルクス以下の照度を対象に行われており、この時間帯は周囲の暗さに応じて点灯を開始する照度ではない。それゆえ、この時間帯のライト点灯は自発的な昼間点灯であるといえるが、点灯率について見ると事業用の貨物車のみが高かった。一般ドライバーの運転する自家用乗用車においても点灯車両は見られたが、点灯率はきわめて低く、0.12～0.25%程度であった。したがって、昼間点灯は一般のドライバーへの浸透の度合いはきわめて低いといえる。事業用車両の点灯率は地点により差が見られたが、同一の地点であっても計測日により差が見られた。しかし、この差異については天候や季節、照度などの要因によって説明することができなかつた。この結果は昼間点灯を行うドライバーが、これらの要因とは独立して点灯を行っていることを示唆する。車両が所属する企業や事業所の昼間点灯の奨励の有無や程度の違い、ドライバーの点灯に対する意識の高さが影響したと考えられる。通過車両のナンバーを確認し、異なる計測日における通過車両の照合を行うことが、技術的および倫理的に可能であれば、より詳細な検討が可能であろう。

### 4-2. 薄暮時における点灯行動について

後半120分は日没に向けて照度が低下し、それに伴い点灯率が増加した。日没時点での点灯率は、前照灯のみでは約29%であり、全ライトでは約42%であった。照度と点灯率の関係を車種別に見ると、自家用乗用車と比較して事業用貨物車両は全ての照度で点灯率が高かった。点灯をしているライトの種類について見ると、共通して車幅灯やフォグランプよりも前照灯が多かった。自家用乗用車を対象に、点灯率が50%に達する照度を調べたところ、前照灯のみでは約179ルクス、全ライトでは約275ルクスという結果となった。これらの照度に達する時間はそれぞれ日没1.2分後、3.8分後であった。

事業用貨物車両は昼間点灯率も他の車種と比較して高く、早い段階から点灯

をしている車両が見られていた。また、日没前の点灯も早めに行われていることから、総じてライトの点灯に対する高い意識を有していると考えられる。

先行研究<sup>(24)(25)</sup>と同様、今回の結果でも日没時点での点灯率は100%に達しておらず、道路交通法（第52条）に定められた日没以降のライト点灯は完全には遵守されていないことが確認された。ただし、点灯率自体は先行研究よりも高かった。また前照灯の点灯は車幅灯の点灯から10分程度遅れることが指摘されている<sup>(24)(25)(27)</sup>が、同様の傾向を見出すことはできなかった。図6からもわかるように、自家用、事業用問わずドライバはライトを点灯する際、最初から前照灯を使用する傾向が強く見られた。薄暮時における視認性や被視認性の向上を考えた場合、車幅灯を用いても効果は小さいことから、より望ましい結果が得られたといえる。この結果が、点灯に対する意識の向上であるのか、地域差（先行研究は関西、中部、関東地方で実施されていた）によるものなのかは検討の余地があろう。同一地点での再調査や他地域での新たな調査の結果を含めて結果を吟味する必要がある。

今回は、天候や季節、性別、地点が点灯行動におよぼす影響をしらべたが、このうち天候の影響が最も大きく見られた。曇天時は晴天時と比較して日没時の点灯率が全ライト、前照灯いずれも高かった。また照度別に見ても曇天時の点灯率は高かった。曇天時と晴天時では同一の照度に達する時刻に20～25分の差があり、曇天時の方が早い。ドライバは曇天時において晴天時よりも早い時間から点灯を行っているといえる。点灯率が50%に達する照度も曇天時のほうが高く、時間的に見ても7～8分早かった。ドライバのライト点灯基準は前方の見づらさ、すなわち知覚された明るさの影響が主である<sup>(25)</sup>が、晴天時と曇天時では空の色相が異なる。全ての光の波長に対して同一の感度を持たない視細胞によって感じられる明るさは均一ではないため、同一の照度であっても、曇天時にはより暗いと感じたと考えられる。ただし、先行研究<sup>(24)</sup>では天候が異なっても、同一照度であれば点灯率は変化しないという指摘もなされている。今回とは実施した季節が異なることや、曇天時といっても雲量にはかなりの幅があること、同一の照度とする範囲が明らかではないことから単純な比較は難しい。今回の結果は天候によるライト点灯照度の違いを示したが、その背景にある明るさ知覚に対する天候の影響をより詳細に検討する必要があると

考えられる。

季節については、日没20分前より冬季の点灯率が全ライトの場合のみ高まっており、日没時の点灯率も全ライトのみ冬季の方が高かった。前照灯に関しては日没に向けて、夏季も冬季も同様の傾向で点灯率が増加していた。これに対して、日没時の照度は夏季の方が高いため、照度別の点灯率を見ると夏季の方が高くなっていった。先行研究<sup>(27)</sup>では、冬季は点灯が時間的に遅れることが指摘されていた。今回も、点灯率が50%に達する時刻は前照灯に限れば冬季の方が1分強遅く、先行研究を部分的に支持する結果となった。しかし時刻と点灯率の関係を見ると、冬季の方がむしろ点灯率が高く推移していた。先行研究<sup>(27)</sup>では6月と12月に観察を行い、両者の比較を行っていた。6月は日没時刻が最も遅く、12月は反対に最も早くなる。今回観察を実施した8月、9月は日没時刻が早まる過程であり、2月、3月は日没時刻が遅くなる過程である。便宜的に夏季、冬季に分類したが季節の影響を調べるためには、より厳密に観察日時を決定する必要があるといえる。

性別の影響は全体的に小さかった。時間と点灯率の推移は全ライト、前照灯ともに性別による差は見られず、日没時における点灯率も同程度であった。照度の対数値3 (=1,000ルクス)以下の点灯率は男性のほうが若干高かったが、点灯率が50%に達する照度については前照灯では差がなく、全ライトのみ男性のほうが高かった。ただし時間に換算すると1分程度であった。

地点に関しては、日没時の点灯率は地点1が最も高く、地点3が最も低かった。点灯率が50%に達する照度についても地点1が最も高く、地点3が最も低かった。これは時間的に見ても3~4分の差であった。地点1には街灯が設置されており、100ルクス付近で点灯したが、点灯率が50%に達する照度は前照灯のみの場合でも100ルクスを上回っており、影響はないと考えられる。これら3地点では交通量が異なっており、地点1が最も多く、地点3が最も少ない。先行研究<sup>(25)</sup>の指摘にもあるように、周囲の車両の点灯状況もドライバの点灯判断に影響をおよぼす場合があることから、他の車両の多い地点1で点灯率が高く、他の車両が少ない地点3で低いことは納得できる結果である。ただし、交通量以外の道路環境が影響をおよぼす可能性がある。地点の効果を検討する上では、地点の特徴を記述する必要がある。また、同一日に観察を行い、

同一の照度条件でデータを取得することも地点間の差異を論じる上では重要になると考えられる。

## 5. まとめおよび今後の課題

日中および日没前における四輪車の点灯行動を調査し、天候、季節、性別、地点の観点から検討を行った。その結果以下の点が明らかとなった。

- ・ 日中の一般ドライバの昼間点灯実施率は0.12～0.25%ときわめて低く、事業用の貨物車両のみ実施率が高い
- ・ 事業用貨物車両は日没前の点灯率も高い
- ・ 日没時点における点灯率は前照灯で約29%、全ライトで約42%であり、日没時の点灯率は100%には達していない
- ・ 点灯率が50%に達するのは日没以後であり、早め点灯が浸透しているとは言えない
- ・ 曇天時は晴天時と比較して照度、時刻のいずれの観点からも早く点灯を行っている
- ・ 冬季は全ライトの点灯率の増加が時間的には若干早いですが、照度の観点から見ると夏季の方が若干早く点灯している
- ・ 点灯行動への性別の影響はほとんど見られない
- ・ 交通量が少ない道路では点灯が遅れる可能性がある

日中に昼間点灯を実施している事業用貨物車は日没前における点灯率も高かった。企業や事業所における昼間点灯の取り組みにおいては、点灯車両を運転するドライバの「見られている」という意識に伴う安全意識の向上が重視されており<sup>(20)</sup>、意識の向上が日没前の点灯にも影響をおよぼしていると考えられる。ただし、昼間点灯は企業における安全活動の一環として行われることが多く、事故件数の減少が昼間点灯の効果であるかどうかは詳細な検討が必要であろう。また、今後昼間点灯率が高まることがあれば、現在点灯を行っている車両も他の車両に埋没することになり、安全意識の向上を期待することは難しくなるかもしれない。今後は、点灯車両を運転するドライバの意識のみでなく点灯車両の被視認性や点灯車両に遭遇した他の車両の行動についての評価が必

要になると考えられる。

薄暮時における早め点灯という観点からは、今回の結果は満足できるものではなかった。点灯率が50%に達するのは日没以降であった。ドライバがライトを点灯する基準は、主に前方の視界状況によることが指摘されており<sup>(25)</sup>、ドライバが暗いと感じるのは日没以降になってからということになる。それゆえ早い段階での点灯をうながすためには、ドライバ自身の努力や配慮に期待するだけでは難しいかもしれない。前照灯の自動点灯装置の装備が有効であると考えられる。また放送や交通情報板を用いた通知も有効であろう。後者については実施の試みも行われており、事故低減効果が見られたことも指摘されている<sup>(25)</sup>。

本研究は実路における観察データをまとめたものである。実路での調査では統制できない要因が含まれることが多く、今後同種の観察を繰り返すことで結果の信頼性を高める必要がある。一部、先行研究とは異なる結果が得られているが、結果の信頼性を高めることで、詳細な検討が可能になると考えられる。

なお、本研究は平成17年度東北公益文科大学奨励研究費による研究助成を受けて実施されたものである。

## 参考文献

- (1) Treat, J. R., Tumbas, N. S., McDonald, S. T., Shinar, D., Hume, R. D., Mayer, R. E., Stansifer, R. L., & Catellan, N. J. 1977, Tri - Level Study of the Causes of Traffic Accidents: Final Report Volume I: Causal Factor Tabulations and Assessments, DOT - HS - 805 - 085
- (2) Rumar, K. 1980, Running Lights - Conspicuity, Glare and Accident Reduction, Accident Analysis and Prevention, Vol.12, No.2, 151 - 157
- (3) 内田信行, 藤田和男, 片山硬 1999a, 見通しのよい交差点における出合頭事故について, 自動車技術会論文集, Vol.30, No.1, 133 - 138
- (4) Allen, M. J., and Clark, J. R. 1964, Automobile Running Lights - A Research Report, American Journal of Optometry and Archives of American Academy of Optometry, Vol.41, 293 - 315

- ( 5 ) Attwood, D. A. 1981, The Potential of Daytime Running Lights as a Vehicle Collision Countermeasure, SAE Technical Paper Series, 810190
- ( 6 ) Hörberg, U., and Rumar, K. 1979, The Effect of Running Lights on Vehicle Conspicuity in Daylight and Twilight, Ergonomics, Vol.22, No.2, 165 - 173
- ( 7 ) Hörberg, U. 1977, Running light; Twilight conspicuity and distance judgment. Report 215. Univ. of Uppsala, Uppsala (文献17から引用)
- ( 8 ) Tofflemire, T. C., and Whitehead, P. C. 1997, An Evaluation of the Impact of Daytime Running Lights on Traffic Safety in Canada, Journal of Safety Research, Vol.28, No.4, 257 - 272
- ( 9 ) Hollo, P. 1998, Changes in the Legislation on the Use of Daytime Running Lights by Motor Vehicles and Their Effect on Road Safety in Hungary, Accident Analysis and Prevention, Vol.30, No.2, 183 - 199
- (10) Sparks, G. A., Neudorf, R. D., Smith, A. E., Wapman, K. R., & Zador, P. L. 1993, The Effect of Daytime Running Lights on Crashes between Two Vehicles in Saskatchewan: A Study of a Government Fleet, Accident Analysis and Prevention, Vol.25, No.5, 619 - 625
- (11) Bergkvist, P. 2001, Daytime Running Lights (DRLs) - A North American Success Story, In the Proceedings of the 17th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, Amsterdam, June 4th - 7th 2001
- (12) Cantilli, E. J. 1970, Accident Experience with Parking Lights as Running Lights, Highway Research Record, No.332, 1 - 13
- (13) Stein, H. 1985, Fleet Experience with Daytime Running Lights in the United States, SAE Technical Paper Series, 851239
- (14) National Highway Traffic Safety Administration 2000, Preliminary Assessment of the Crash - Reducing Effectiveness of Passenger Car Daytime Running Lamps (DRLs) , DOT - HS - 808 - 645
- (15) Theeuwes, J., and Riemersma, J. 1995, Daytime Running Lights as a

Vehicle Collision Countermeasure: The Swedish Evidence Reconsidered, Accident Analysis and Prevention, Vol.27, No.5, 633 - 642

- (16) Elvik, R. 1996, A Meta - Analysis of Studies Concerning the Safety Effects of Daytime Running Lights on Cars, Accident Analysis and Prevention, Vol.28, No.6, 685 - 694
- (17) Koornstra, M., Bijleveld, F., & Hagenzieker, M. 1997, The Safety Effects of Daytime Running Lights, R - 97 - 36, SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, The Netherlands
- (18) Commandeur, J. 2003, State of the Art with Respect to Implementation of Daytime Running Lights, R - 2003 - 28, SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, The Netherlands
- (19) United Nations Economic Commission for Europe 2002, Use of Daytime Running Lamps. Note by the Secretariat, TRANS/WP.1/2002/12, 15 January 2002
- (20) (社) 交通工学研究会 2004, 昼間点灯に関する調査研究報告書, (社) 交通工学研究会
- (21) Koornstra, M. J. 1989, Road Safety and Daytime Running Lights. A Concise Overview of the Evidence, R - 89 - 4, SWOV Institute for Road Safety Research, Leideschendam, The Netherlands, 1989
- (22) Koornstra, M. J. 1993, Daytime Running Lights: Its Safety Evidence Revisited, Proceedings of International Symposium on Automotive Technology and Automation, Vol.26th, No. Road and Vehicle Safety, 435 - 452
- (23) 元木正典, 橋本博, 野口昌弘, 平尾保 2005, 四輪車の昼間点灯に関する研究, 自動車研究, Vol.27, No.10, 546 - 549
- (24) 三谷哲雄, 沢田康夫, 日野泰雄, 上野清順 2003, 薄暮時間帯のライト点灯状況の実態分析とその促進方策について, 第23回交通工学研究発表会論文報告集, 37 - 40
- (25) 福岡靖 2005, 夕暮れどきの早めのライト点灯の効果に関する調査研究, 月刊交通, Vol.36, No.2, 38 - 47

- (26) GRE 2001, Ambient Brightness for Activating Automated Light - up Devices for Car Headlamps (concerning the document TRANS/WP29/GRE/2000/2) , Informal Document No.3, 46th GRE, 27 - 30 March 2001
- (27) 鈴木薫, 荻野弘, 野田宏治 2002, 薄暮時におけるライト点灯率と交通特性に関する研究, 豊田工業高等専門学校研究紀要, Vol.35, 65 - 70
- (28) Evans, L. and Wasielewski, P. 1983, Risky Driving Related to Driver and Vehicle Characteristics, Accident Analysis and Prevention, Vol.15, No.2, 121 - 136