道路照明の社会的評価研究調査委員会報告[†]

委員長 荒井 弘志*

1. ま え が き

道路照明を設置することにより夜間の交通事故や犯罪を減少させ、また、その地域の夜間環境を活性化させることができることはよく知られている。

照明学会では、これらのうち道路照明が交通事故の減少に与える効果を定量的に明らかにし、かつ、これらの交通事故の減少によって得られる社会的利益が、道路照明の設置・管理費用に比べてどのような関係にあるかを明らかにすることを目的として、昭和63年5月に「道路照明の社会的評価研究調査委員会」を設置した。この委員会は、昭和63年6月から平成元年3月までの間に、委員会3回、幹事会6回を開催し、精力的な活動を行い、その結果をまとめた報告書を完成させた。

以下に、この報告書の主要な部分の内容を紹介する。なお、報告書では、道路照明が夜間の交通事故の減少に与える効果について多くの調査結果を示しているが、本稿では紙面の都合でこれらの部分を大幅に割愛した。また、道路照明の費用に関する部分も同様の理由でその多くを割愛した。これらについて興味を持たれた方は、ぜひ本報告書（「道路照明はどのように社会に役立つか」：照明学会に保管）を参照されたい。

2. 委員会の構成

本委員会の構成は次のようであった。

委員長	荒井 弘志	小糸工業(株)	電機営業本部室
幹事	井上 猛	松下電器産業(株)	照明研究所
幹事	内田 和夫	岩崎電気(株)	技術部
委員	池田 紘一	東京理科大学工学部	電気工学科
委員	江川隣之介	助環境調査センター	
委員	片倉 正彦	東京都立大学工学部	土木工学科
委員	佐々木嘉雄	日本大学理工学部	電気工学科
委員	関 武久	日本道路公団維持施設部	機械電気課

委員	高嶋 洋平	(株)日本自動車連盟	会員部
委員	高田 邦道	日本大学理工学部	交通土木工学科
委員	太刀川三郎	(株)日本電気協会	普及部
委員	寺沼 成	首都高速道路公団保全施設部	電気通信課 (63.10 まで)
委員	星野 庫三	同	上 (63.11 から)
委員	成定 康平	松下電器産業(株)	照明研究所
委員	松下 守夫	建設省建設経済局調査情報課	電気通信室
委員	宮田 年耕	建設省道路局	企画課
委員	元田 良孝	建設省土木研究所	交通安全研究室
委員	吉田 博	東芝電材(株)	S・E・C

3. 委員会活動成果の概要

3.1 道路照明の社会的評価

道路照明の社会的効果は、夜間の交通事故の減少、夜間犯罪の減少、夜間の地域環境の活性化などが挙げられる。このうち、交通事故の減少効果について国内外の文献を、照明施設設置前後の交通事故の変化¹⁻⁹⁾、照明の有無による事故率の比較⁴⁾¹⁰⁻¹²⁾、照明レベル低減による交通事故の推移^{11,13-17)}について調査した。その結果をまとめると次のようである。

すなわち、道路照明を設置・改善することにより、夜間の交通事故を減少させることができる。その減少率は、20から80%と大きな幅が見られたが、総体的にいえば約30%とするのが妥当な結論であると考えられる。また、道路照明は特に死亡や重傷のような重大事故の減少に効果が大きいことや、一般道路より自動車専用道路（高速道路）でその効果が大きいことなどが推測できる調査結果も見られた。しかし、道路照明を設置すればいつでも夜間の交通事故の減少が期待できるという考え方は必ずしも適切ではなく、路面輝度や均斉度などの照明の質が交通事故の減少に大きな影響を与えることも今回の調査により明らかになった。したがって、道路照明を設置あるいは改善するにあたってはこれらのことを十分考慮にいれて実施することが必要であると考えられる。

[†] How Does Road Lighting Contribute to Community, Economically Speaking

* 小糸工業(株)電機営業本部室

Hiroshi Arai

3.2 交通事故の発生状況とその社会的損失

3.2.1 交通事故の発生状況

警察庁の統計によれば、昭和54年から63年の10年間の交通事故の発生件数と死亡事故件数を昼夜別に示すと表1のようになる。

これらを見てわかることは、交通事故は毎年増加する傾向にあり、特に、夜間事故の発生件数の増加が著しいことが目立ち、発生件数、死亡事故とも昼間に対する夜間の比率が徐々に大きくなっていること、死亡事故については、昭和55年以降は、昼間より夜間の方が多く発生していることに注目しなければならない。

表1 昼夜別交通事故発生状況

昭和 年	発 生 件 数			死 亡 事 故 件 数		
	昼 間	夜 間	比 (夜/昼)	昼 間	夜 間	比 (夜/昼)
54	349,536	122,110	0.35	4,071	3,977	0.98
55	349,495	127,182	0.36	4,096	4,233	1.03
56	355,395	130,183	0.37	3,981	4,297	1.08
57	364,434	137,827	0.38	4,051	4,555	1.12
58	377,358	149,004	0.39	4,224	4,821	1.14
59	370,974	147,668	0.40	4,161	4,668	1.12
60	391,934	160,854	0.41	4,010	4,816	1.20
61	411,617	167,573	0.41	3,951	4,926	1.25
62	416,560	174,163	0.42	4,030	4,951	1.23
63	425,767	188,714	0.44	4,345	5,520	1.27

3.2.2 交通事故の社会的損失

わが国においては、この種の調査研究で報告されたものは非常に少なく、昭和52年に日本交通政策研究会がまとめた報告書「道路交通事故の社会的損失」が、恐らく総合的に検討されたものとしては最初のものであり、かつその内容は、学術的にも信頼度の高いものであった。この調査研究は、その後の社会・経済情勢の変化を考慮して、昭和61年にそのデータ内容が全面的に刷新され「道路交通事故の社会的・経済的損失」と題する報告書にまとめ直された。

したがって、本項で以下に述べる内容はそのほとんどをこれら二つの報告書の内容をもとにしてまとめたものである。

(1) 社会的損失の項目

交通事故による社会損失を構成する項目には種々の分類方法があるが、ここでは次のような、金額換算が可能な客観的損失に含まれる項目について取扱う。したがって、交通事故による本人、親族等の悲嘆、苦痛、不快などの主観的損失は計測あるいは評価できないので対象としない。また、交通事故の渋滞に巻き込まれた第三者の人々の時間的損失、燃料損失なども金額換算が容易でないので対象外とした。

(a) 当事者の直接損失

イ) 死者および負傷者の逸失利益（重度後遺症の介護費、および休業損失を含む）

交通事故による死亡や後遺障害による労働力の減失あ

るいは能力の低下などによる、もし事故がなければ失われることのなかった収入の減少額

ロ) 医療費（看護料、通院費を含む）

交通事故のために費やされた医療サービスの量の金額換算額

ハ) 物的損害

交通事故により損なわれた物、施設などの修理、復元に費やす金額

(b) 公共的あるいは共同的に蒙る損失

イ) 警察による事故処理、消防による救急および裁判のための公共サービス費

ロ) 保険業務のための費用

(2) ま と め

(a) 社会的損失の合計

これまでの個々にみてきた交通事故による損害額を一括して示すと表2のとおりで、総額3兆2,834億円になる。このうち人的損害額が49.7%とほぼ半数を占め、次いで物的損害25.6%、残りが事故を処理するための諸費用である。

表2

項 目		金額 億円 (比率%)
人 的 損 害	医 療 費	4,457
	休業損害費	2,818
	慰 謝 料	2,568
	死亡の逸失利益	3,640
	後 遺 症 費	2,851
	小 計	16,334 (49.7)
物 的 損 害		8,397 (25.6)
そ の 他	保険運営費	7,031 (21.4)
	そ の 他	1,073
	訴訟費、被害者救済施設、救急車、警察直接費	
小 計		8,104 (24.7)
合 計		32,834 (100)

上記の社会的損失を、昭和49年（1974年）のデータをもとにして行われた同様の推計結果と比較すると、総額で約2倍に増加していることがわかる。

ちなみに、この間のわが国の国民総支出、および消費者物価指数の上昇はそれぞれ1.94倍、1.65倍であった。

(b) 交通事故一件当たりの損失

上記の交通事故による社会的損失の合計額と同年の全交通事故とから、昭和57年時点での交通事故1件当たりの社会的損失を、単純平均で求めると、次式により約650万円となる。

$$32,834 \text{ 億円} \div 502,261 \text{ 件} = 0.0654 \text{ 億円}$$
$$\approx 650 \text{ 万円}$$

この金額は昭和52年に、同じく日本交通政策研究会によって試算された交通事故1件当たりの費用333万円に比べて約2倍に増加していることになる。

3.3 道路照明の費用

3.3.1 概 要

3.3.2 施設費

施設費は、照明器具、ランプ、安定器、ポール等の照明器材費をはじめとして受電設備・配線・配管材料等の材料費、工事費および諸経費等からなる。

従って、施設費は設置する場所の状況、設置する光源の種類、ポールの高さ、配線工事の方法などにより異なる。

ごく一般的な施設として、その設置に要する費用を、連続照明の場合として求めると、一般国道の場合、およそポール1基当たり800,000円となる。

すなわち、光源に高圧ナトリウムランプを使用し、路面の基準輝度を1cd/m²とした場合この道路照明施設1km当たりの施設費は、主要幹線道路で約3,530万円（B案）となる。（表3参照）なお、路面の基準輝度を2cd/m²とした場合には、約3,870万円（C案）となる。

また、光源に蛍光水銀ランプを使用し、路面の基準輝度を1cd/m²とした場合、この道路照明施設1km当たりの施設費は、主要幹線道路で約4,440万円（A案）となる。

3.3.3 電力費

(1) 年間点灯時間

年間の使用電力量は使用する安定器の種類、点灯時間により異なるが、特に点灯時間の設定による影響が大きい。照明学会で行った「横断歩道の照明基準を決定するための基礎実験ならびに実施方法の調査研究報告書」によると各季節毎の夜の平均時間値は表4の如くであるとしている。

表4の結果を参考に、照明施設の年間点灯時間を約4,000時間として以後の検討を進める。

(2) 安定器の入力電力

使用安定器の入力電力は、安定器の種類により多少変化する。（社）建設電気技術協会道路照明器材仕様書を参考として、一般高力率形安定器の入力電力を求めた結果を表5に示す。

表4 夜の平均時間値

季節	月	1日当たりの平均時間	夜の合計時間
冬	12, 1, 2	12時間39分	1,138時間30分
春	3, 4, 5	9時間50分	904時間40分
夏	6, 7, 8	8時間39分	795時間48分
秋	9, 10, 11	11時間28分	1,043時間28分
夜間時間の年間合計			3,882時間26分

表5 安定器の入力電力

光源の種類	光源の形式	入力電力(W)	入力容量(VA)
蛍光水銀ランプ	HF400X	425	472
	NH180F・L	205	228
高圧ナトリウムランプ	NH220F・L	250	278
	NH360F・L	400	445

(3) 電力料金

電力料金は、受電容量により契約方法が異なるほか、電力会社によっても料金の体系が異なっている。一般的には、公衆街路灯、ないしは業務用電力と呼ばれる料金体系で契約が行われ電力の供給を受けている。

計算では、公衆街路灯（乙）または（丙）（ただし関西電力、中国電力、四国電力のみ）で受電したものとし、電力9社の電力料金の平均値を使用すれば、基本料金は1ヵ月当たり1kVAにつき271円、従量料金は1kWh当たり16.47円となる。

以上の各数字を使用して、年間電力費を求めた結果を表3に示す。

すなわち、路面の基準輝度を1cd/m²とした場合、この道路照明施設の年間電力費は、光源に高圧ナトリウムランプを使用した場合、主要幹線道路では、約76万円（B案）となる。なお、路面の基準輝度を2cd/m²とした場合は、約133万円（C案）となる。

また、光源に蛍光水銀ランプを使用した場合、主要幹線道路では、約165万円（A案）となる。

3.3.4 保守費

道路照明施設を支障なく使用出来る状態に維持するためには、定期的な巡回点検、ランプの交換、その他の修理、照明器具の定期的な清掃が必要となる。これらの維持点検に要する費用を保守費と呼ぶ。

この保守費の中には、作業時における作業者の安全確保に要する費用も含まれている。

(1) 年間ランプの交換数

1年間に交換するランプの数量は、式(2)により計算される。

年間交換ランプ数＝

$$\frac{\text{年間点灯時間} \times \text{設置したランプの数}}{\text{ランプの平均寿命}} \dots\dots\dots (2)$$

ランプ交換に要する費用は、一般国道を例にとると1箇所当たり、約15,000円である。

(2) 巡回点検・清掃費

巡回点検は、一般的に定期巡回により行われていることが多く、また、清掃は、年1回程度行われている。これらに要する費用は、主要幹線道路の場合は、1灯当たり年間、約10,000円である。

(3) 年間保守費

(1)、(2)により、年間保守費を求めた結果を表3に示す。

すなわち、この道路照明施設の年間保守費は、光源に高圧ナトリウムランプを使用し路面の基準輝度を1cd/m²とした場合、主要幹線道路では約92万円（B案）となる。

なお、路面の基準輝度を2cd/m²とした場合は、主要幹線道路では約102万円（C案）となる。

また、蛍光水銀ランプを使用した場合、主要幹線道路では約92万円（A案）となる。

4. 道路照明の便益

4.1 概 要

道路照明の便益として考えられるものは、交通事故や犯罪の減少による社会的損失の減少、夜間における市民生活の活性化による社会的利益の増加などである。本報告書ではこれらのうち、交通事故の減少によって失われずにすんだと考えられる社会的損失によって、道路照明の便益を計算することとする。

3. 1 節道路照明の社会的評価によれば、道路照明を行えば、その区間における夜間の交通事故が約 30 % 減少するとされているので、その減少率を採用して、ある道路の延長 1 km の区間においてその計算を行うこととする。

計算の対象とする道路は、一般国道と高速自動車国道の 2 例とし、それぞれの交通量は、建設省の道路照明施設設置基準の施設場所の規定を参考として、一般国道を 20,000 台/日、高速自動車国道を 40,000 台/日とする。

なお、高速自動車国道の交通量については、AASHTO において Freeway の連続照明の設置場所を ADT（平均日交通量）が 30,000 台以上としている¹⁹⁾ことも参考として決めた。

4.2 一般国道

4.2.1 夜間交通量

昭和 60 年に建設省が調査した一般国道の交通量の昼夜率（昼間交通量に対する全日交通量の比）は 1.37 であるので、この値を使ってこの道路の夜間交通量を計算すると、その値は約 5,400 台/日となる。

4.2.2 夜間事故率

警察庁の調査では、昭和 61 年に発生した交通事故は約 58 万件で、車両走行 1 億台 km 当たり約 129 件の事故率となっており、この中、夜間の事故は約 17 万件、全日の約 29 % となっており、夜間の交通量が全日の約 27 %（昼夜率 1.37）であることを考慮すると夜間の事故率は約 139 件/億台 km となる。

4.2.3 年間夜間事故件数

夜間交通量約 5,400 台/日と夜間事故率 139 件/億台 km より、この道路の延長 1 km 当たりの年間夜間事故件数は約 2.7 件となる。

4.2.4 交通事故 1 件当たりの社会的損失

2. 2 節交通事故の社会的損失に示すように昭和 57 年において約 650 万円とのことである。

4.2.5 まとめ

道路照明を行うことにより、この道路の延長 1 km の区間において予測できる便益を A とすれば、

$$A = 0.3 \times 2.7 \times 650 \text{ 万円} = 527 \text{ 万円}$$

となる。

4.3 高速自動車国道

4.3.1 夜間交通量

昭和 60 年に建設省が調査した高速自動車国道の昼夜率（昼間交通量に対する全日交通量の比）は 1.48 であるの

で、この値を使ってこの道路の夜間交通量を計算すると、その値は約 13,000 台/日となる。

4.3.2 夜間事故率

日本道路公団の調査では、昭和 62 年における東名高速道路東京～小牧間の全日事故率は 51 件/億台 km であり、この区間における交通事故の発生状況の昼夜の比率が、一般道路と同様とすればこの区間における夜間事故率は約 55 件/億台 km となるので、この値を高速自動車道における夜間事故率として計算する。

4.3.3 年間夜間事故率

夜間交通量約 13,000 台/日と夜間事故率 55 件/億台 km より、この道路の延長 1 km 当たりの年間夜間事故件数は約 2.6 件となる。

4.3.4 交通事故 1 件当たりの社会的損失

2. 2 節交通事故の社会的損失に示すように昭和 57 年において約 650 万円とのことである。

4.3.5 ま と め

道路照明を行うことにより、この道路の延長 1 km の区間において予測できる便益を A とすれば、

$$A = 0.3 \times 2.6 \times 650 \text{ 万円} = 507 \text{ 万円}$$

となる。

5. 結 論

道路照明の費用と便益が明らかになったので、これらを比較して、道路照明に対する投資が、社会的にどのような経済的効果があり、道路照明が社会的にどのような評価を受けているかを考察する。

なお、道路照明の便益には、前述のとおり防犯や活性化による効果も考えられるが、本報告書では、交通事故の減少効果によるもののみを示すこととする。

道路照明の費用と交通事故の減少効果による便益の比較計算については、CIE（国際照明委員会）が Publ. 12-2 として発表した「自動車道路の照明に対する国際勧告」^{20, 21)}に示されている次の計算式によることとする。

$$NPV = e_1 A - e_2 M - e_3 E - C$$

ただし NPV：照明計画の正味現在価格（この値が正ならば、予測される便益は費用を上回り、この計画は経済的に成り立つ。）

A：夜間事故の減少により期待される年間利益金

表 6 道路照明の計画寿命、割引率、A、M、E の年間増加率と各係数

15-year life	Discount rate (%)	Growth rates (%)					
		0	1	2	3	4	5
	5	10	11	12	13	14	15
	10	7.6	8.1	8.6	9.3	9.9	11
	15	5.8	6.2	6.6	6.9	7.4	7.8

20-year life	Discount rate (%)	Growth rates (%)					
		0	1	2	3	4	5
	5	12	14	15	16	18	20
	10	8.5	9.2	9.9	11	12	13
	15	6.3	6.7	7.1	7.6	8.2	8.8

額

M : 年間の保守費 (ランプの交換費を含む)

E : 年間の電力費

C : 照明施設の初期投資額 (施設費)

e_1, e_2, e_3 : 割引率や, A, M および E の予想される年間増加率, および照明施設の計画寿命によって決まる係数

これらの係数について, この勧告では照明施設の計画寿命別に表 6 を示している.

なお, わが国における道路照明施設の計画寿命は, 通常 15~20 年と考えられるので, その 2 例のみを引用した.

現在, わが国における割引率や人件費などの年間増加率は, やや変動する要素もあるがその概数を, 割引率 5%, A, M, E の増加率をそれぞれ 3%, 2%, 1% とし, 計算を行うこととする.

5.1 一般国道

主要幹線道路と幹線道路のうち, 3 章道路照明の費用の各項に示すように, 費用の多い主要幹線道路について計算する. また, 使用する光原の種類は, これらの道路に使用される例が多いと思われる高圧ナトリウムランプとした場合についての計算をする.

5.1.1 道路照明施設の計画寿命を 15 年とする場合

4 章道路照明の便益 4.2 節一般国道 に示すように, 道路照明の便益は $A = 527$ 万円である.

3.3 節道路照明の費用 3.3.4 節保守費 に示すように, 道路照明の保守費のうち基準輝度 2cd/m^2 の照明を行う場合の保守費は, $M = 98$ 万円となり, 基準輝度を 1cd/m^2 とする場合は, $M = 88$ 万円となるので, 前者で計算する.

3.3 節道路照明の費用 3.3.3 節電力費 に示す道路照明の電力費のうち基準輝度 2cd/m^2 の照明を行う場合の電力費は, $E = 128$ 万円となり, 基準輝度を 1cd/m^2 とする場合は, $E = 73$ 万円となるので, 前者で計算する.

3.3 節道路照明の費用 3.3.2 節施設費 に示す道路照明の施設費のうち, 基準輝度 2cd/m^2 の照明を行う場合の施設費は, $C = 3710$ 万円となり, 基準輝度を 1cd/m^2 とする場合は, $C = 3370$ 万円となるので, 前者で計算する.

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= e_1 A - e_2 M - e_3 E - C \\ &= 13 \times 527 - 12 \times 98 - 11 \times 128 - 3710 \text{ (万円)} \\ &> 0 \end{aligned}$$

5.1.2 道路照明施設の計画寿命を 20 年とする場合

同様に計算すれば,

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= 16 \times 527 - 15 \times 98 - 14 \times 128 - 3710 \text{ (万円)} \\ &> 0 \end{aligned}$$

したがって, いずれの場合も, 道路照明は経済的に成り立つ投資であると言うことができ, 社会的にも充分良い評価が得られるものと考えられる.

5.2 高速自動車国道

高速自動車国道についても, 使用する光原の種類は, こ

れらの道路に使用される例の多い高圧ナトリウムランプとした場合について計算する.

5.2.1 道路照明施設の計画寿命を 15 年とする場合

4 章道路照明の便益 4.3 節高速自動車国道に示すように, 道路照明の便益は $A = 507$ 万円である.

3 章道路照明の費用 3.4 節保守費 のうち基準輝度 2cd/m^2 の照明を行う場合の保守費は $M = 137$ 万円となり, 基準輝度を 1cd/m^2 とする場合は, $M = 118$ 万円となる.

3 章道路照明の費用 3.3 節電力費 のうち基準輝度 2cd/m^2 の照明を行う場合の電力費は $E = 139$ 万円となり, 基準輝度を 1cd/m^2 とする場合は, $E = 76$ 万円となる.

3 章道路照明の費用 3.2 節施設費 のうち基準輝度 2cd/m^2 の照明を行う場合の施設費は $C = 4090$ 万円となり, 基準輝度を 1cd/m^2 とする場合は, $C = 3580$ 万円となる.

(1) 基準輝度 2cd/m^2 の場合

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= e_1 A - e_2 M - e_3 E - C \\ &= 13 \times 507 - 12 \times 137 - 11 \times 139 - 4090 \text{ (万円)} \\ &< 0 \end{aligned}$$

(2) 基準輝度 1cd/m^2 の場合

同様に計算すれば,

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= 13 \times 507 - 12 \times 118 - 11 \times 76 - 3580 \text{ (万円)} \\ &> 0 \end{aligned}$$

5.2.2 道路照明施設の計画寿命を 20 年とする場合

(1) 基準輝度 2cd/m^2 の場合

同様に計算すれば,

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= 16 \times 507 - 15 \times 137 - 14 \times 139 - 4090 \\ &\text{ (万円)} \\ &> 0 \end{aligned}$$

(2) 基準輝度 1cd/m^2 の場合

同様に計算すれば,

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= 16 \times 507 - 15 \times 118 - 14 \times 76 - 3580 \\ &\text{ (万円)} \\ &> 0 \end{aligned}$$

したがって, 基準輝度を 1cd/m^2 とする場合は, いずれの場合も道路照明は経済的に成り立つ投資であると言うことができる.

また, 基準輝度を 2cd/m^2 とする場合は, 計画寿命を 20 年以上とする場合について道路照明は経済的に成り立つ投資であると言うことができる.

これをまとめると表 7 に示すとおりになる.

表 7 交通量 40,000 台/日の高速自動車国道における道路照明施設の NPV

計画寿命 (年)	基準輝度 (cd/m^2)	
	1	2
15	正	負
20	正	正

(3) 考察

高速自動車国道については, 基準輝度を 2cd/m^2 として, 計画寿命を 15 年とする場合は NPV が負となったが, 4 章道路照明の便益に示す諸条件が変われば, これが正とな

る可能性もある。例えば、他の条件が同一で交通量が 45,000 台/日の高速自動車国道について計算を行えば NPV が正となることがわかる。

すなわち、このような計算により、経済的な面からの道路照明の社会的評価を行う場合は、4 章に示す交通量などの諸条件が変わると、3 章に示す基準輝度の適切な値も変わる可能性のあることが明らかとなった。つまり、交通量が多い道路については、高いレベルを決める際にこのような経済的な面からの社会的評価についても検討しなければならないものと考えられる。

また、道路照明の照明レベルを代表する路面輝度については、従来、安全性を確保する見地から行われた必要最低レベルを求める研究の結果を参考として、JIS Z9111-1988 道路照明基準や、道路照明施設設置基準などにそのレベルが決められていたが、今回の研究の結果、その施設が社会的に評価されている程度を参考として、そのレベルをきめる方法もあることが明らかとなり、現行のこれらの基準に決められているレベルも、この新しい見地から見直す必要もあるのではないかと考えられる。

参 考 文 献

- (1) 尾本義一：道路照明と事故，照学誌 Vol. 43 No. 12 (1959)，p. 569
- (2) Road Research Laboratory: Research on Road Safety (1963) p. 317
- (3) P. P. Scott: The Relationship between Road Lighting Quality and Accident Frequency, TRRL Laboratory Report 929
- (4) 荒井弘志：道路照明の交通事故に及ぼす効果，照学誌 Vol. 67 No. 5 (1983)，p. 198
- (5) F. W. Walker, S. E. Roberts: Influence of Lighting on Accident Frequency at Highway Intersections, Transportation Research Record 562 (1976) (TRB, Washington D. C.)
- (6) 照明学会：交通安全施設(照明)調査研究報告書(昭和 40 年)
- (7) 西森 栄：名神高速道路本線照明と交通事故，第 11 回日本道路会議論文集(日本道路協会，東京)(昭和 48 年) p. 1479
- (8) 照明学会：最新やさしい明視論 改訂版(昭和 54 年)
- (9) J. T. Duff: Road Lighting and Role of Central Government, *Light. Res. Tech.* Vol. 6 No. 4 (1974)
- (10) P. C. Box: Freeway Accidents and Illumination, Highway Research Record No. 416 (1972) (Highway Research Board, Washington, D. C.)
- (11) I. Scholz: Street Lighting and Motoring Accidents, *International Lighting Review*, Vol. 29 No. 4 (1978)，p. 120
- (12) 荒井弘志，栗本典彦，梶 太郎：照学誌 Vol. 62 No. 9 (1983)
- (13) B. R. Austin: Public Lighting—the Deadly Reckoning, *Traffic Engineering & Control*, June (1976)，p. 262
- (14) 小原清成，荒井弘志：道路照明の削減と夜間の交通事故，交通工学 Vol. 16 No. 1 (昭和 56) p. 33
- (15) P. C. Box: Effect of Lighting Reduction on an Urban Major Route, *Traffic Engineering*, October (1976) p. 26
- (16) S. H. Young: Turn on the Light, *Lighting Design & Application* Vol. 12 No. 6 (1982) p. 28
- (17) G. De Clercq: Fifteen Years of Road Lighting in Belgium, *International Lighting Review* Vol. 36 No. 1 (1985)，p. 2
- (18) 日本道路協会：道路照明施設設置基準・同解説(昭和 56 年)
- (19) American Association of State Highway and Transportation Officials: An Informational Guide for Roadway Lighting (March 1976)
- (20) CIE (国際照明委員会): Recommendations for the Lighting for Motorized Traffic, CIE Publication No. 12-2 (1977)
- (21) 成定康平，井上猛：照学誌 Vol. 62 No. 11 (1978)
(受付 1989 年 8 月 24 日)