

沿道空間の特性を考慮した電線・電柱の目立ちやすさに関する研究

Research on Conspicuity of Electric Wire and Utility Pole in Street Space

深堀清隆*, 阿部亘**, 窪田陽一*

Kiyotaka FUKAHORI, Wataru ABE, and Yoichi KUBOTA

Recently electric pole and wire is inserted under the ground in major urban streets because they have a negative impact on visual environment. However, it has some difficulties like cost, space and so on. Therefore, it is necessary to discuss other methods to mitigate the visual problem such as arrangement and design of electric pole and wire. The study aims to evaluate conspicuity of electric wire and utility pole in street space by psychometric experiment. Especially, the mutual relationship between visibility parameters of electric pole and wire, and background features of building plots is analyzed. The study elucidated conspicuity of electric wire and utility pole in street space is influenced by background features of building plots.

Keywords: Utility poles and electric wires, Conspicuity, Streetscape

1. 序論

国土交通省は 1986 年度から五期に渡り無電柱化推進計画を実施してきた。無電柱化は都市景観の改善、通行空間の確保、防災、ライフラインや通信ネットワークの安全性向上など必要性が高い事業であるが、コストや現場特性に由来する技術的な課題もあり東京 23 区でも地中化率は 7%程度にとどまっている。本研究は都市景観の質的改善を目的に電線・電柱の視覚的影響を評価するものであるが、地中化されれば景観は改善されるとの考えにのみ囚われず、地上に残される電線電柱に対してどのような景観的対策を考えるのかを検討したい。周辺の土地利用状況に応じどのような配置やデザインであれば電柱・電線の目立ちやすさが抑えられるのかを評価する。電柱・電線の視覚的影響に

ついて金澤¹⁾はカラーモニター写真を用いて、電柱・電線によって街路の評価が変わることを示し、地中化の効果を論じている。一方著者ら²⁾は電柱・電線の形態条件を複数の指標として整理し、錯綜感について分布集中度により定量化した上、写真による評価実験の結果との関連づけを行った。西名³⁾は街路の景観特性より地中化の効果に差があると仮定し、クラスター分析により街路をグループ化し SD 法を用いた評価実験を行った。グループ分けした全街路に対して、地中化を行うことで評価が向上すると結果をだしている。だがこれらの研究は電柱・電線の背景となる沿道空間について、背景の特徴と電柱・電線の視覚的な相互作用については言及できていない。

本研究では地中化事業が進みにくい現在の状況を踏まえ、幅員が狭く地中化が難しいケースとして住宅地を採り上げ検討する。電線電柱の目立ちやすさを扱う上で街路景観としての背景と、電線電柱自体の形態の相互作用に着目し、この状況に相応しい街路空間の指標化と電柱・電線の配置条件を考え、心理評価実験を行ない、電柱・電線の目立ちやすさの評価を行う。

*埼玉大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, 255 Shimo-Okubo, Sakura-ku, Saitama, Saitama, 338-8570, Japan

**八潮市建設部下水道課 Yashio City Government

(原稿受付日：平成 25 年 7 月 31 日)

2. 街路空間指標の作成

電柱・電線が設置される街路空間には土地利用や建物の形態等、様々な形態要素が存在し、その特徴によって電柱・電線の見え方にも変化が生じる。本研究では電線の目立ちやすさは背景である街路特徴からも影響を受けていると仮定し、街路空間を指標として整理する。

まず電線電柱の見えの形から透視形態分類を行い、加えて間口長さ、隣棟間隔のように地図上から計測できるデータと、画像内にある建物や植栽の画面占有率のデータから分類された街路にどのような特徴があるか整理する。また電柱・電線についても配置、配線のパターンをまとめる。

2.1 街路の透視形態分類

街路の形態を指標化するにあたって、まず街路空間を歩行者からの実際の見えの形として透視形態分類を行った。左側通行を基準とし視点を150cmの高さに固定して撮影を行ったため、今回の画像は左側に視点場があり、電柱・電線は街路の右側に位置するように撮影されている。このため電柱・電線に建物の影響が出やすい右側の街路部分を、街路右側の沿道構成とした。また電柱・電線がない左側は今回の撮影条件のため建物や植栽が大きく写り、空間としての印象に影響があるため、街路左側を街路左側の沿道構成として考慮することにした。

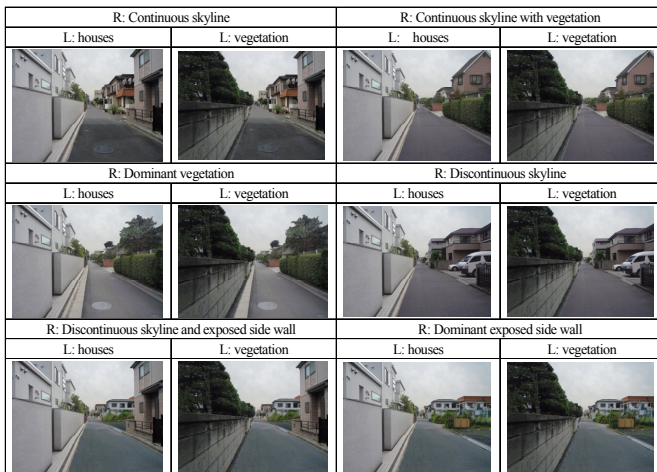


Fig.1 Simulated images of street pattern

街路形態の分類については、電柱との視覚的な関係性を踏まえ、以下に記す5つの要因を考慮してFig.1のように12パターンに分類した。

a) スカイライン

建物のスカイラインによって電柱・電線の空への切り出し方が変化することから、電柱に影響する街路の特徴の1つとして考えた。建物同士が近接して並ぶとスカイラインは斜めの直線形状に近づき、建物の間隔がまばらになるとスカイラインは水平方向の直線が増え不連続な形になる。

b) 建物の垂直方向の輪郭線の並び

群化とは同じ性質を持ったものはまとまりを作りやすいという性質を表す。建物が持つ垂直方向の輪郭線は立ち並ぶ電柱の直線形状と同化しやすいのではと考える。つまり建物が増え垂直方向の輪郭線が増加すると電柱とまとまりやすくなり、電柱が沈んで目立たなくなると考えた。また建物の垂直方向の輪郭線が少なくなれば、電柱との結びつきは弱くなり電柱が目立つようになる。

c) 建物の壁面の露出

露出している建物の壁面を、沿道に平行に面する壁面を沿道壁面、沿道に対して垂直に面する壁面を境界壁面とした。建物のセットバックや隣棟間隔が小さくなるような場合、建物が並び沿道壁面の露出が多くなる。逆にセットバックや隣等間隔が大きくなると、建物の並びに間が空き境界壁面の露出が多くなる。またセットバックや隣等間隔、間口長さに乱れが生じると沿道壁面と境界壁面の露出割合が同じくらいになる。境界壁面が大きく露出すると街路の中で視線が誘導され、同時に付近にある電柱・電線が目に入ってしまうため、境界壁面が露出する場合は電柱・電線が目立ちやすいと考えられる。

d) 建物後退

敷地利用によってセットバック量が変わり、建物位置が沿道付近に来たり、敷地内の奥に配置され建物が見えにくい状態になる。境界線から建物の距離が遠くなると、電柱・電線だけが突出しやすくなり他の背景よりも目立つと考えた。またセットバックが大きくなると植栽が増え、建物を隠すと同時に電柱の背景とな

り見え方に差があると考えられる。

e)街路の右側構成の特徴による分類のまとめ

これまでに挙げた街路空間の特徴から 6 つの型に分類ができる。第一に建物が多く並ぶことでスカイラインが直線的になり、沿道壁面の露出や建物の垂直方向の輪郭線が多くなるような街路を並び連続型とする。第二はセットバックが大きく、建物が敷地奥方向へ後退し植栽量が増えることで建物が隠れて見えなくなる型を植栽型とする。第三は建物が並んでいるが、隣棟間隔やセットバックが乱れを持つことでスカイラインが不連続な形状になり、2 種類に定義した建物の壁面が交互に露出するような型を並び乱れ型とする。第四は敷地が駐車場により建物の並びが途切れ境界壁面が大きく露出し、スカイラインが水平方向に伸びるような型を境界壁面露出型とした。

しかし中には間口や隣棟間隔、セットバックは 4 つの型と同じ傾向を示すが、見えの形では 4 つの型に収まらない中間的な性質を持つ街路がある。よってシミュレーション画像として間口や隣棟間隔、セットバックの数値を調整した街路を 2 つ作成した。第一は建物が並ぶがある程度セットバックで後退するため植栽と建物が混合している様な型を並び連続型と植栽型の中間的な性質を持つとして連続+植栽型とする。第二は境界壁面露出型ほど大きな駐車場が無いが、その分建物が入りこみ沿道壁面の露出が増えて並び乱れ型の様な壁面の露出特徴を持つので、乱れ+境界壁面露出型とする。

d)街路の左側構成

先に述べたように、撮影場所の関係から街路左側の空間を占める割合が大きいため、街路全体の印象に影響を与えると考えた。街路左側は街路の右側のように配置された電柱・電線に建物の壁面やスカイライン等直接的には干渉をしないが、左側が建物で人工的な空間と植栽が多い空間に電柱・電線が配置される場合には、街並み全体の印象から見え方に差がでるのではないかと考えた。よって街路左側が建物のように人工物で構成されているものを建物、左側が植栽によって構成されているものを植栽としている。

2.2 街路の形態指標

透視形態での街路分類は、見えの形だけに注目して行っているが、間口長さやセットバック、隣棟間隔の三次元的な敷地形態指標でも説明でき、どのような土地利用状況で電柱・電線が問題になるか考えるときに有効な指標である。また画像内の空や建物の壁面、植栽量の占有率を示す画像内指標は、分類された街路画像の透視形態の特徴を示すものとして使う。

a)画像内指標採取方法

画像内指標は全体の画像ピクセル数に対して、空や建物の壁面、植栽のピクセル数がどのくらいあるか画像処理ソフトで計測を行った。

b)敷地形態指標採取方法

データの採取範囲は電線も実験で評価するため、配線されている線の識別距離を参考にする。識別限界は視力 1.0 で視覚 1 分とする。東京電力電気約款より使用電圧が 700V 以下の場合の電線の直径は 20mm もしくは 25mm 以上としている。最小の値の 20mm で考えると視力 1.0 では 70m に相当する。背景と電柱・電線の目立ちやすさの関係を扱うため、敷地形態指標の計測範囲は 70m 程度とする。測定方法は株式会社ゼンリン地図より、さいたま市 Zmap-TOWN II を用いて計測を行った。間口長さは各戸建の沿道沿いに面する敷地長さ、隣棟間隔は敷地内の建物との距離、セットバックは沿道の敷地境界線から建物までの最短長さを測定した。

2.3 電柱・電線の形態

電柱・電線を指標化する上で、街路内にある電柱・電線を見えの形として整理するのは困難である。よって配置の変化を与えることで、可能となる見えの形を電柱・電線の指標としていく。電柱の配置条件では、沿道と土地の境界線上付近に配置される場合と個人の敷地内又は二つの土地をまたいで配置される場合がある。敷地内に電柱が配置されることで、電柱の下部を隠すことができる。

通常電線の配線形態は上から高圧線が水平に 3 本、低圧線が垂直に 3 本、変圧器が一つ、その下に通信ケーブル系が配線されている。配線形態の改善を行うと

したら、最低高さラインの通信ケーブルから電柱上部までの空間の中で配線数が一定である低圧線や高圧線、トランスの位置を変えることになる。そこで街路で見られる配線形態と今後可能と考えられる配線形態を指標として整理していく (Table 1)。まず水平に配線されていることが多い高圧電線を、低圧電線と同じく垂直に配線するタイプは配線形態を統一して電線同士のまとまりを作ることで、散乱した印象を改善できると考えられる。低圧線と変圧器の配置位置を逆にするタイプは、比較的新しい住宅地で見られる配線形態であり、従来の上部にまとまりがちであった電線を分散させることができる。低圧線を削減するタイプでは、家庭での電気利用は高圧線の電圧を変圧器で変換して、低圧線に流すことで使用している。マンションのような同じ場所で需要が大きい所では、一つの大型の変圧器から直接電気を引きこんでいる。将来的に電柱に備え付けられ、複数の場所に送電できる変圧器ができれば、低圧線の削減ができるのではないかと考えて本実験の検討形態に加えた。

Table 1 Types of electric pole and wire

	Types of electric pole and wire	Arrangement
(a)	Pole on street edge	Boundary between street and house plot. It is in road area.
(b)	Pole on plot edge	Poles are in the edge of house plot and partially hidden by fence or wall
(c)	Normal wire arrangement	Three high tension wire along horizontal plane, and three low tension wire along vertical plane. A transformer below these wires and communication wire is below the transformer.
(d)	Vertical arrangement of high tension wire	Three high tension wires are also vertical arrangement and formation is unified with low tension wires.
(e)	Higher transformer arrangement	The transformer is located between high and low tension wires. Visual complexity is reduced by separating two types of wires.
(f)	Removal of low tension wires	If the new and compact transformer attached to the pole is created, low tension wires could be removed in the future.

3. 電線・電柱の目立ちやすさに関する評価実験

3.1 目的

電柱・電線の形態条件と分類された街路を組み合わせることで、背景となる街路と電柱・電線の目立ちやすさにどのような関係があるかを明らかにする。

3.2 実験画像

画像は用意した 12 の街路に、2 つの電柱配置条件、4 つの電線の形態条件を総当たりで合成したものを 96 枚作成し画像を A4 用紙にカラー印刷をした。

3.3 実験方法

実験画像数が 96 枚と多いため、評定尺度法を用いる。評定尺度法は被験者が用意した評価段階で印象を数値化する方法であり、被験者には街路空間の中で電柱、電線が目立つことについて 5 段階で評価をもらった。評価尺度は電柱・電線が目立たない、やや目立つ、目立つ、とても目立つ、非常に目立つと単極尺度を使用した。被験者は埼玉大学学生 39 名である。

3.4 結果と分析

評価平均値について各条件の差の検定、分散分析、多変量解析、重回帰分析を行い街路における電柱・電線の目立ちやすさの関係を明らかにした。

a) 電柱配置条件による評価平均値の差の検定

同じ街路で電柱の配置条件による評価平均値の差の検定を行った結果、電柱が敷地内に配置される場合と沿道に配置される通常状態の場合では評価平均値に差が認められた ($t=27.14, P<0.01$)。このため電柱が敷地内に配置され、下部の一部が隠れて見えなくなることで目立ちやすさを抑えることができる (Table 2)。

b) 街路左側の構成の変化による評価平均値の差の検定
街路左側の構成で評価に差があるか、植栽と建物の二群に分けて平均値の差の検定を行った。結果として植栽と建物で評価平均値に差が見られた ($t=6.65, p<0.01$)。電柱・電線が配置されていない街路の左側に植栽が多い状態ならば目立ちやすさの評価が低くなる (Table 3)。

c) 分散分析による各街路の評価平均値の検定

分類された12の街路で電柱・電線が配置される右側の街路は6つの異なる種類となるため、分散分析を行って街路間の評価平均値の差を検定した(Table 4)。結果として街路間で評価平均値に差が見られた(F(5,3744)=27.68 P<0.01)。Tukey法による多重比較検定では、境界壁面露出型が他の街路よりも評価平均値が大きく電柱・電線が目立つと判断されていた(Table 6)。

d) 分散分析による電線配線形態での評価平均値の検定

4つの電線配線形態の評価平均値について分散分析を行った(Table 5)。結果は電線の形態間で評価に差が認められた(F(3,3744)=23.59, P<0.01)。Tukey法による多重比較では低圧線が削除される配線条件で評価平均値が低くなる(Table 7)。

e) 林の数量化理論第一類による分析

街路タイプや電柱配置条件、電線配線形態のカテゴリデータを実験で得られた全ての評価平均値で数量化を行うことで偏相関係数とカテゴリースコアを得た(Table 10)。電柱配置条件で強い相関があり、決定係数が0.88と大きいこと分析による予測値が正しく予測されているとわかる。よってカテゴリーデータの電柱が敷地内に配置される場合と低圧線が削除される場合では、評価平均値を下げ目立たなくすることがわかる。

f) 敷地形態指標と評価平均値の重回帰分析

指標として整理した街路の数値的な指標は評価平均値にどのような影響を与えているか見るために重回帰分析を行った。修正済決定係数が0.81であり、街路の並びの見え方に影響を与える隣棟間隔平均によって電柱・電線の目立ちやすさの評価平均値を予測することができる(Table 8)。

g) 画像内指標と評価平均値の重回帰分析

修正済決定係数が0.98であり、画像内構成によって評価平均値を予測できる(Table 9)。電柱・電線が配置されている街路の右側については、沿道に面する壁面や植栽量が評価値に影響を与え、電柱・電線が配置されていない街路の左側の空間でも評価値に影響を与える。また街路空間の空の割合も評価値に影響を与える。

Table 2 Conspicuity by electric pole position

Street edge	Plot edge	t	p
3.39	2.45	27.14	p<.01

Table 3 Conspicuity by types of pedestrian side (left streetscape)

Vegetation	House	t	p
2.85	2.99	6.65	p<.01

Table 4 Conspicuity difference between streetscape types (ANOVA)

Category	sum of squares	d.f.	mean squared	F	p
between types	184.72	5	36.94	27.68	p<.01
error	4988.82	3738	1.33		
total	5173.54	3734			

Table 5 Conspicuity difference between electric wire types (ANOVA)

Category	sum of squares	d.f.	mean squared	F	p
between types	96.09	3	32.03	23.59	p<.01
error	5077.45	3740	1.36		
total	5173.54	3743			

Table 6 Significant differences shown by post hoc Tukey HSD (Streetscape type)

type 1	type 2	mean 1	mean 2	p
Discontinuous & exposed side wall	Exposed side wall	2.85	3.38	p<.01
Exposed side wall	Vegetation	3.38	2.96	p<.01
Exposed side wall	Continuous & vegetation	3.38	2.81	p<.01
Exposed side wall	Discontinuous skyline	3.38	2.87	p<.01
Exposed side wall	Continuous skyline	3.38	2.67	p<.01
Discontinuous & exposed side wall	Continuous skyline	2.87	2.67	0.029

Table 7 Significant differences shown by post hoc Tukey HSD (Electric wire arrangement)

type 1	type 2	mean 1	mean 2	p
Higher transformer	No low tension wire	2.99	2.65	p<.01
Vertical high tension wire	No low tension wire	3.05	2.65	p<.01
Normal	No low tension wire	3.00	2.65	p<.01

Table 8 Multiple regression using plot variables

	Frontage(m)	SBH(m)	Setback(m)	SD of frontage	SD of SBH	constant
PRC	-0.016	0.077	0.026	0.040	-0.040	2.5
Standardized PRC	-0.18	1.45	0.20	0.29	-1.17	

R2=0.81 PRC:partial regression coefficient SBH:Space between houses

Table 9 Multiple regression using perspective variables

	Sidewall(%)	Facade(%)	Vegetation(%)	Sky (%)	House(left side, %)	constant
PRC	0.011	0.027	0.023	0.3	0.0089	-2.59
Standardized PRC	0.11	0.87	0.64	1.35	0.67	

R2=0.97 PRC:partial regression coefficient SBH:Space between houses

Table 10 Result of Hayashi's quantification theory type1

Item	Category	Category score	Range	PCC
Types of pole position	Pole on street edge	0.47	1.55	0.91
	Pole on plot edge	-0.47		
Types of streetscape	Continuous skyline	-0.25	0.71	0.67
	Continuous+vegetation	-0.11		
	Dominant vegetation	0.04		
	Discontinuous skyline	-0.05		
	Discontinuous skyline and exposed side wall	-0.08		
	Exposed side wall	0.46		
Types of pedestrian side streetscape	Vegetation	-0.07	0.14	0.25
	Houses	0.07		
Types of wire	Higher transformer	0.07	0.36	0.73
	Vertical high tension wire	0.13		
	Normal	0.08		
	Removed low tension wire	-0.28		

$R^2=0.88$, PCC:partial correlation coefficient

4.考察

分析の結果より今回の実験で電柱の配置条件が目立ちやすさの評価点に影響を与えていた。画像内での電柱は敷地内に配置した時、下部が隠れる変化がわかりやすかったため評価平均値に差が出たと考えられる。電線は上部で配線形態が変化していて、低圧電線が削除される条件が他の配線条件よりも目立ちにくくなっていた。電線は背景が天空面となる場合が多く、配線形態の変化がわかりやすいと考えていた。しかし形態の変化が顕著であり、高圧線が垂直に配線される条件で評価点に差がでないことから、電線は配線工夫による形の変化よりも線の減少が目立ちやすさの評価に影響を与える。

分類された街路について境界壁面露出型は電柱・電線が目立ちやすいと評価されていた。街路分類の際には街路の特徴としてスカイライン、建物壁面の露出、建物の垂直輪郭線、建物後退を用いて6つの街路に分類していた。この中で境界壁面露出型はスカイラインと建物壁面の露出で大きな特徴を持っている。スカイラインは水平方向に伸び、境界壁面が大きく露出し沿道壁面の露出が少ない。このような街路では建物の壁面に目がいきやすく、同時に近くにある電柱・電線を見てしまうため他の街路よりも目立つと考えられる。また建物が連続して立ち並ぶような街路では、電柱・

電線が目立ちにくいと評価された。先ほどの境界壁面露出型と比較すると沿道に面する建物の壁面の露出が多く、スカイラインが街路の消失点に向かい、比較的まとまりのある構図である。こうした構図に対して、高さと間隔が比較的揃った電柱とともに電線が同様に消失点へ向かって伸びていると、それらが街路景観と同化して一つのまとまりとして見えることから他の街路よりも電柱・電線が目立ちにくくなると考えられる。

敷地形態指標では隣棟間隔平均が評価平均値に影響を与えていた(Table 8)。隣等間隔が大きくなると建物同士の距離が空き、境界壁面が露出しやすくなる。今回の結果で境界壁面を大きく露出する街路では、電柱・電線が最も目立ちやすいと評価された。このため隣棟間隔平均のような数値的な指標からも電柱・電線の目立ちやすさが評価できる。

5.結論

本研究では、電柱・電線の目立ちやすさを評価する際に背景となる沿道空間の分類、電柱・電線の配置を組み合わせ、街路全体の景観特性を考慮して評価を行った。実験結果では扱った街路背景で、住宅地が並ぶ途中に駐車場があり、街並みが途切れているような街路景観で電柱・電線が目立ちやすいと評価されていた。たとえば新興住宅地と違い、古い住宅地では使わない土地を駐車場としてオープンスペースにしている場合も散見される。このような場所では電柱を敷地内に配置するだけでは効果が小さいので、電線数の配線を少なくするような配線経路の工夫をすることも必要である。

電柱が敷地内に配置される条件では目立ちやすさが抑えられる結果となったため、電柱・電線の問題を解決する際に地中化だけでなく、電柱を連続的に敷地内に移動するなど空間を活用した方法も対策の候補になりえる。しかし私有地へ電柱を移動することになると、どこに配置するかが問題となる。出入口、敷地内駐車スペースとの位置関係を考慮したり、一つの敷地だけに負担が掛らないよう隣接敷地の境界線をまたぐ様な調整が必要となる。一部の宅地のみ敷地内に電柱を配

置しても統一感が無く効果が薄いので、地区全体としての敷地内配置への対応が重要である。ただし地区全体の調整が可能なら、街区背割線への電柱連続配置というより効果的な選択肢も考慮すべきである。

また市街地では緑化が推奨されているが、緑化と併せた電線電柱への景観対策も効果的である。今回目立ちやすいと評価された境界壁面が大きく露出するような街路は比較的隣等間隔が大きくなっているため、そうしたスペースの緑化により、電線電柱とのコントラストを和らげて、評価の高かった植栽型街路の状況に近づけることができるだろう。背景としての植栽は、電柱の目立ちやすさには中程度の影響であったが、境界壁面の影響を緩和することになるだろう。同様に境界壁面の露出を和らげるため通常の垣根ではなく壁面緑化も考えられるだろう。一般に住宅ガイドラインや地区計画での景観対策としては前面敷地空間への緑化に関心が向けられるが、このように隣棟間のスペースについては防災上の観点もあり、相応しい緑化を検討すると良いと思われる。近年、敷地空間については、防犯上の観点から監視性の確保が求められることもあり、背が低く、あまり密度の高くない透過性のある緑化が好まれると考えられる。今回、敷地内への電柱の設置はその一部を隠すことを意図したものである。低木等で緑化された敷地空間に電柱が設置されることは足元みの緑化とはなるが、少なくとも通行阻害を抑制でき、歩行の快適性が高まることも期待される。

今回の実験は幅員が狭く、電柱・電線が比較的控えめな住宅地に絞っていたが、今後、幅員がより広く、電柱本数の多さから、その視認性が広範囲に及ぶ幹線道路について検討する必要がある。また電柱・電線の数の増減によって評価が変動するか、電柱電線がどのくらいの密度から気になりだすかという指標についても検討が必要である。

参考文献

- 1) 金澤成保：電線・架線撤去の心理的効果に関する研究，日本建築学会近畿支部，研究報告書，1985
- 2) 小山暁：電柱・電線による錯綜感に関する研究，景観デザイン研究論文 3，p95～102，2007
- 3) 佐藤俊介：表面テクスチャの図のなりやすさに着目したコンクリート汚れの視覚的評価，平野勝也，景観・デザイン研究論文集 No.5，p 77～84，2008
- 4) 西名大作：街路の無電柱化が景観の心理的評価に及ぼす影響，日本建築学会大会学術講演梗概集，p67～68，2010年9月
- 5) 松原隆一郎：失われた景観，PHP 新書，2002