

電線・電柱による錯綜感に関する研究

小山 暁¹・窪田 陽一²・深堀 清隆³・椎貝 英仁⁴

¹ 非会員 早稲田大学大学院理工学研究科修士課程建築学専攻
(〒169-0072 東京都新宿区大久保3-4-1)

E-mail:a-oyama@ruri.waseda.jp

² 正会員 工博 埼玉大学大学院理工学研究科環境科学・社会基盤部門
(〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)

E-mail:y1kubota@env.gse.saitama-u.ac.jp

³ 正会員 博士(学術) 埼玉大学大学院理工学研究科環境科学・社会基盤部門
(〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)

E-mail:fukahori@post.saitama-u.ac.jp

⁴ 非会員 竹中工務店

電線・電柱は地域の美観を損なう景観阻害要因として人々に最も強く認識されている。景観法が施行されて以降、電線類の整理については今後、整備の進展が予想される。しかし、その整備の優先順位を決定づける方法は未だ整備されていない。そこで本研究では、電線・電柱による景観的錯綜感を表す指標を提案し、各指標値の変動と人の感覚量の変動の関係を分析し、どのような場面において人は電線・電柱が錯綜していると感じるのかを明らかにした。さらに、空間指標と透視形態指標の間の関係性に着目し、どちらが人の感覚量に近いかを考察した。また算出が比較的容易な空間指標から、錯綜感を見積もることができるか、対応する透視形態指標との相関を考慮しつつ検討した。

Key Words: *Utility poles and electric wires, Spatial complexity*

1. はじめに

電線電柱は、屋外広告物と並んで地域の美観を損なう景観構成要素として認識されている。現在、電線類地中化計画により整備が実施されているが、現状は比較的地中化が進んでいるといわれている市街地の幹線道路でさえ、計画が始まった昭和 61 年度から最近の平成 15 年度までの 17 年間で 9%程度しか進んでいない。このように整備には時間がかかり、また費用負担の問題や技術的問題（地上機器類の設置スペースの確保等）もあり、そもそも地中化が実施し難い場合もある。

また、景観法が施行されたことにより、電線類の整理については、景観行政団体が、電気事業者や道路管理者と協議の上、特に地区内で電線等の撤去が必要な道路を優先的に選択し「景観計画」に位置づけ、段階的に電線地中化を進めること等が想定される。電線共同溝の整備等に関する特別措置法では、景観重要道路に対しては、必ずしも交通量の多い幹線道路でなくとも、景観整備の上で重要であれば適用が可能との特例がある。

しかし、整備対象となる道路についてどのように優先順位を考えるか、また現状の景観阻害の深刻さを踏まえた優先順位の決定法については未だに明確な方法論は整

備されていない。

また既に述べたように電線類を地中化することが状況によって困難な場合もあるので、地中化のみに拘泥することなく、電線類による景観阻害について、デザインを通じた様々な整除の方法論が今後議論されるべきである。こうした議論を行う上で、まず必要なことは電線・電柱の配置や形態の何が、景観阻害の原因となっているのかを十分に把握することである。

これまで電線・電柱の視覚的インパクトの定量化をねらった研究は広告物に比べて非常に少ない。金澤¹⁾は商業系地区を対象に、電柱・架線を撤去するなど加工した写真を用いて SD 法による評価を実施している。その結果無電柱化が快適性・整然性を高める一方、親しみ性が低下することや歩道拡張が無電柱化の効果を高めるなどの知見が得られている。しかし電線・電柱の空間的視覚的形態条件を十分に考慮して、街並みの景観に及ぼす影響を分析した研究は見当たらない。

そこで本研究では、まず電線・電柱の物理的な形態条件を整理し、それらが街路景観を「乱雑にする」「錯綜感を感じさせる」効果を定量的に示す指標を作成する。そしてそれらの指標値の計測を行い、さらに人々が電線・電柱から受ける「錯綜感」を心理評定尺度により計

表-1 指標の分類

	空間指標	透視形態指標
電線・電柱の数量	電柱本数密度 電線本数密度 電線距離密度 並行電線本数密度 横断電線本数密度 分岐電線本数密度	透視総電柱率 透視総電線率 透視並行電線率 透視分岐電線率 透視横断電線率 天空電線率
電線のばらつき	横断電線分布集中度 分岐電線分布集中度	横断電線分布集中度 分岐電線分布集中度
電柱の形状・配置の秩序	電柱高さ分散度 電柱間隔分散度 電柱位置分散度	

測して、物理的な計測値との相関分析を行う。これにより地中化を実施し難い場合においても、電線・電柱を目立たぬよう制限し、街路景観を改善するための手法を提案することが可能である。図-1に研究の流れを示す。

2. 研究方法

(1) 指標の提案

a) 指標の作成

電線・電柱の形態に関わる指標については様々に考えるが、街路網を対象とした面的な評価をわかりやすく簡便に行えるような指標を考える。錯綜感を与える要因として「電線・電柱の数量」「電線のばらつき」「電柱の形状・配置の秩序」に着目し、19個の指標の作成を行った（表-1、表-2）。電線・電柱の数量については、要素の空間内の密度が増せば当然、要素が交錯することになるので、間接的に錯綜感が高まると考えられる。また電柱については、高さなどの形状、配置間隔などが、間接的に錯綜感に影響するので、それらの配列の秩序に着目する。一方、電線のばらつきについては、電柱と異なり、そのものの形状や間隔の把握が難しく、規則性が乏しいため、直接的にばらつきを計測できる指標の導入を考える。

なお、電線に関してはパターン分類を行い、道路に並行に架かる電線を「並行電線」、道路を横断する電線を「横断電線」、電柱や並行電線等から分岐して建物まで架けられる電線を「分岐電線」と定義する（図-2）。これらのパターンはその配置や他要素との位置関係から、錯綜感に異なる影響を及ぼしていると考えられる。並行電線は沿道の街並みと並行しているので、街並みのスカイラインとの交錯が問題となる。横断電線は道路軸方向の視線に対し正面を横切るので背景が天空となりやすいと同時に、電線同士が相互に交錯しやすい。分岐電線の特徴は建物等の要素と交錯しやすいということである。

指標は、3次元空間における物理量としての空間指標と人が実際に認知している2次元視覚像から得られる透視形態指標の2つに大別される（図-3）。空間指標とは、

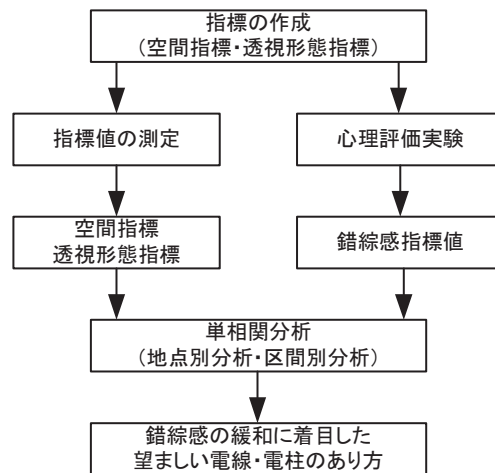


図-1 研究の流れ

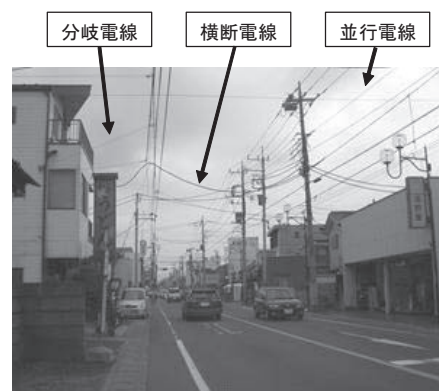


図-2 電線パターンの定義

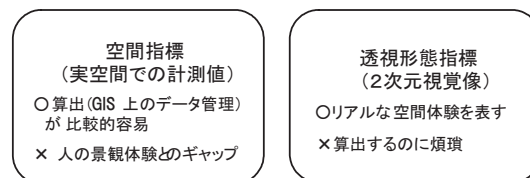


図-3 空間指標と透視形態指標

$$C = \sum |x_i - y_i|$$

X_i : 分布事象の割合
 Y_i : 面積の割合

x_i	y_i	$\sum x_i - y_i $
1グリッドにおける個数/総個数(%)	1グリッドの面積/総面積(%)	分布集中度C

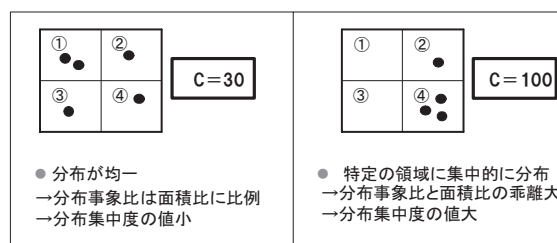


図-4 分布集中度の算出

測定対象としているものを3次元空間における物理量として捉えたものである。視点場による影響が考慮されず、人の実際の空間体験を示すものとは言い難い面もあるが、実際の街路の状況から、本数や距離などを測定して比較的容易に算出ができるもので、GIS上のデータ管理など

表-2 指標一覧

	指標名	単位	指標算定式	算出方法	説明
空間指標	電柱本数密度	本/m	電柱本数/街路距離	街路において本数・距離を計測	電柱の本数
	電線本数密度	本/m	電線本数/街路距離	街路において本数・距離を計測	電線の本数
	電線距離密度		$\{(\text{並行電線本数} \times \text{電柱間平均距離}) + (\text{横断電線本数} \times \text{街路平均幅員})\} / \text{街路距離}$	街路において本数・距離を計測	電線の長さの総和
	並行電線本数密度	本/m	並行電線本数/街路距離	街路において本数・距離を計測	並行電線の本数
	横断電線本数密度	本/m	横断電線本数/街路距離	街路において本数・距離を計測	横断電線の本数
	分岐電線本数密度	本/m	分岐電線本数/街路距離	街路において本数・距離を計測	分岐電線の本数
	横断電線分布集中度		$C = \sum x_i - y_i $ x_i : 区間 <i>i</i> における横断電線本数 / 総横断電線本数 y_i : 区間面積/全区間面積	対象区間を5mずつ等分し、それぞれの区間における本数を計測	横断電線のばらつき
	分岐電線分布集中度		$C = \sum x_i - y_i $ x_i : 区間 <i>i</i> における分岐電線本数 / 総分岐電線本数 y_i : 区間面積/全区間面積	対象区間を6mずつ等分し、それぞれの区間における本数を計測	分岐電線のばらつき
	電柱高さ分散度	m	$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^2}$ n : サンプル数 x_i : <i>i</i> 番目の電柱高さ \bar{x} : 平均値	街路において街路上の視点場と反対側の電柱高さを計測	秩序の有無(揃い/不揃い)
	電柱間隔分散度	m	$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^2}$ n : サンプル数 x_i : <i>i</i> 番目の電柱間隔 \bar{x} : 平均値	街路において街路上の視点場と反対側の電柱間隔距離を計測	秩序の有無(揃い/不揃い)
透視形態指標	電柱位置分散度	m	$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^2}$ n : サンプル数 x_i : <i>i</i> 番目の電柱位置 \bar{x} : 平均値	街路において街路中央から街路上の視点場と反対側の電柱の距離を計測	秩序の有無(揃い/不揃い)
	透視総電柱率	%	画像内の電柱の総ピクセル数 / 総ピクセル数	画像処理ソフトによりピクセル数を計測	画像内の電柱の占有面積
	透視総電線率	%	画像内の電線の総ピクセル数 / 総ピクセル数	画像処理ソフトによりピクセル数を計測	画像内の電線の占有面積
	透視並行電線率	%	画像内の電線の総ピクセル数 / 総ピクセル数	画像処理ソフトによりピクセル数を計測	画像内の並行電線の占有面積
	透視横断電線率	%	画像内の並行電線の総ピクセル数 / 総ピクセル数	画像処理ソフトによりピクセル数を計測	画像内の横断電線の占有面積
	透視分岐電線率	%	画像内の横断電線の総ピクセル数 / 総ピクセル数	画像処理ソフトによりピクセル数を計測	画像内の分岐電線の占有面積
	天空電線率	%	画像内の分岐電線の総ピクセル数 / 総ピクセル数	画像処理ソフトによりピクセル数を計測	画像内の空を背景にもつ電線の占有面積
	横断電線分布集中度		$C = \sum x_i - y_i $ x_i : グリッド <i>i</i> における横断電線ピクセル数 / 総横断ピクセル本数 y_i : グリッドの面積/全グリッドの面積	写真上に20×20のグリッドをつくり、1グリッドにおける横断電線のピクセル数を画像処理ソフトで計測	画像内の横断電線のばらつき
	分岐電線分布集中度		$C = \sum x_i - y_i $ x_i : グリッド <i>i</i> における分岐電線ピクセル数 / 総分岐ピクセル本数 y_i : グリッドの面積/全グリッドの面積	写真上に20×20のグリッドをつくり、1グリッドにおける横断電線のピクセル数を画像処理ソフトで計測	画像内の分岐電線のばらつき

もしやすいという長所を有する。一方、透視形態指標とは、測定対象としているものを2次元の視覚像として捉えたものである。画像認識技術の適用が必要であり、空間指標と比較して算出するのに煩瑣であるが、人の空間評価は2次元の視覚像として捉えて認知されるものであるため、透視形態で景観構成要素を捉えることで正確な空間評価が得られると思われる。個別指標の選定においては、できるかぎり扱いやすい単純な指標で錯綜感を評価することを念頭に、電線・電柱に付随する瑣末な付属

物の形状については考慮していない。電線については各パターンごとの距離あたりの本数と後述する分布集中度に着目し、電柱については、高さ、間隔、街路中心からの距離の分散を扱うことにした。一方、透視形態指標については、電線・電柱の見えの秩序について、構図論の立場から図としてのまとまりに着目した評価も考えられるが、指標が複雑となり広範囲の評価を簡便に行うとの方針に馴染まない。そこで背景との関係性を考慮できる天空を背景とする電線のピクセル数、および上述の空間

表-3 各街路の空間指標値

	平均幅員	電柱配置 パターン	電線本数 密度	電線本数 密度	電線距離 密度	並行電線 本数密度	横断電線 本数密度	分岐電線 本数密度	横断電線 分布集中度	分岐電線 分布集中度	電柱高さ 分散度	電柱間隔 分散度	電柱位置 分散度
街路A	7m	両側	0.07	2.34	27.85	1.08	0.34	0.92	139.22	213.77	0.52	10.03	1.24
街路B	7m	両側	0.07	1.84	38.55	0.97	0.29	0.57	130.91	140.00	0.18	4.67	0.34
街路C	5m	両側(補)	0.09	2.09	18.10	0.66	0.52	0.91	116.92	134.36	0.47	12.17	0.72
街路D	7m	両側(補)	0.07	1.23	19.96	0.53	0.23	0.47	128.57	143.33	0.51	17.36	0.61
街路E	8m	両側(補)	0.08	2.53	32.68	1.05	0.37	1.11	112.50	133.05	0.58	5.85	0.98
街路F	6m	片側	0.04	0.52	9.76	0.27	0.13	0.13	166.67	166.67	0.36	1.78	0.06
街路G	7m	片側	0.04	1.31	19.11	0.61	0.35	0.35	120.00	120.00	0.05	7.97	0.07
街路H	6m	片側	0.04	2.12	16.32	0.49	0.54	1.09	100.99	114.40	2.50	9.28	1.14
街路I	5m	片側	0.04	1.83	22.77	0.76	0.34	0.73	110.98	108.65	0.11	5.59	0.39

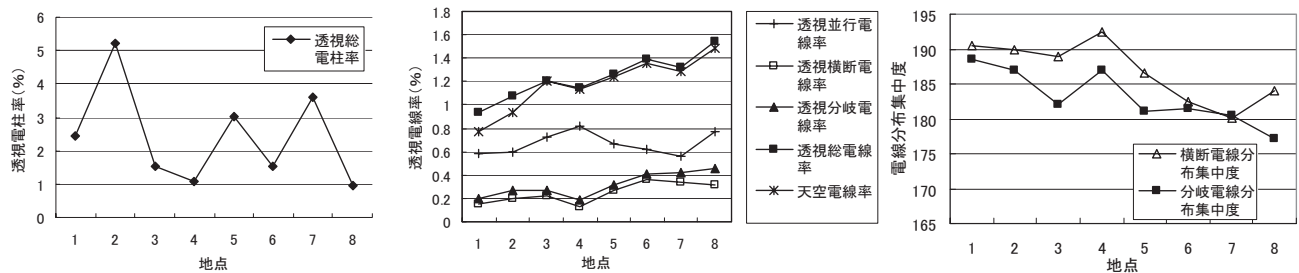


図-5 地点による透視形態指標値の変移（街路E）

指標と対応付けが可能な、画面内の電線・電柱のピクセル数、分布集中度のみを指標として選定した。

b) 分布集中度

本研究の着眼点のひとつとして挙げた「電線のぼらつき」については、連続する区間で変化の少ない並行電線をのぞき、横断電線、分岐電線を対象とした。3次元空間における物理量としての空間指標、人が実際に認知している2次元視覚像から得られる透視形態指標を考え、ともに分布集中度Cを用いた。これは、分布が均一であれば事象の構成比は面積比に比例し、不均一の度合いが高まり特定の領域に集中的に分布しているのであれば構成比と面積比の乖離は大きくなることに着目して定義され、Cが大きいほど集中分布、Cが小さいほど一様（分散）分布していることを示す（図-4）。空間指標としての分布集中度Cは対象区間を5mずつ30等分し、それぞれの区間において横断電線本数をカウントして算出する。透視形態としての分布集中度Cは写真を20×20の計400区画のグリッドとし、1区画内における横断電線のピクセル数を画像処理ソフトでカウントして算出する。

(2) 指標値の測定

空間指標値は対象区間長を150mと設定し、9街路（いずれも埼玉大学付近）で測定を行った。対象とする街路は直線道路とする。表-2に各街路の指標値を示す。透視形態指標値は各街路8地点、計72地点で撮影した写真から測定を行った。撮影ポイントは対象区間の端から10m間隔で移動させている。本研究の透視形態指標の算出においては、後に区間単位で空間指標との相関分析を実施するために、対象区間内に存在する電線の視覚的効果を

代表する地点を選別することにする。ここでは横断電線を識別できる限界の距離を参考にする。電線の見えの大きさに関する識別限界は視力1.0で視角1分と考える²⁾。また電線の太さは様々であるが、東京電力電気供給約款によれば公称断面積が大きいものは240mm²に達し、これは直径17.5mmに相当する太さである。実際にそのような太さの多寡は不明であるが、一束化の効果もあるので観察に基づき仮に直径20mm及び25mmで対応する視距離を算定すると、70m～80m程度が横断電線を視覚的に認識できる限界の距離であると判断できる。このことから区間長を150mと考えた場合、区間端点より、この距離以上進んだ地点での映像には、この区間外の電線の影響が混入することになる。このような視点の選別が区間を代表するかについては、今後検証が必要であるが、本研究では一律にこの方式で区間分析を行う。なお同一区間について反対方向に撮影した透視形態も区間の重要な視覚特性であるが、本研究では計測をしておらず、分析はその限りのものである。写真撮影パターンは人の視野は縦方向より横方向に広がっているという特性を考慮し、横に長いランドスケープ型を採用する。撮影は

- ・道路片側から道路軸方向に路面と平行に撮影
- ・撮影高さは地上から約150cmとする
- ・建物等の影が入り込まないようにする

という条件のもと行うものとした。なお道路の片側から撮影するという点については、電柱が片側のみに存在しているパターンでは電柱のない側から、電柱+補電柱の場合は補電柱の側から、両側が電柱の場合は任意の側から撮影した。なお撮影に用いたカメラは有効画素数512

万画素であり、画角は縦36.87°、横53.13°、対角62.0°のものを用了。

図-5に街路Eを例として地点による各指標値の変移を示す。

(3) 錯綜感に関する心理評価実験

作成した指標値の変動と人の感覚量の変動との関係を示すことを目的に心理評価実験を行った。電線・電柱による錯綜感に及ぼす各要因の影響度およびその傾向を明らかにする。本来はより評価の信頼度の高い一対比較法による評価が望ましいが、写真枚数が多いことから、尺度化には7段階評定尺度法と一対比較法を組み合わせ適用し「電線・電柱がごちゃごちゃして見えるもの」について評価を行ってもらった。また、評価の際の注意事項として、実際の街路での視覚体験に近づけるために写真を25cm程度まで近づいた距離からまっすぐ見るようにすること、沿道状況の影響、他の景観要素との関係は考慮せず、電線・電柱のみに着目した評価とすることを説明した。なお、被験者は埼玉大学の学生20名である。

a) 7段階評定尺度法

測定を行った8地点×9街路、計72枚の写真をA4サイズのシートに印刷した。このサイズは、印刷するにあたって電線のピクセルが潰されてぼやけた輪郭にならないある程度の大きさで、且つ、被験者が写真を並べて比較する際になるべく手間を取らないよう考慮したサイズである。これらを街路ごとに分け、7段階に点数を付け評価する評定尺度法に一対比較法の原理を取り入れた方法を用い、評価を行ってもらった。この方法は、1枚1枚写真を相互比較しながら点数付けを行うため、より信頼性の高い評価が期待できる。点数の範囲は1点（錯綜感小）～7点（錯綜感大）とする。

b) 一対比較法

7段階評定尺度法により同じ街路内の地点ごとの比較は可能であるが、異なる街路の地点間での評価点比較ができない。そこで、評価点を共通尺度化するために、各街路から無作為に2枚の代表写真を抽出し、計18枚の写真で総当りの一対比較を行った。これは、画像を2枚ずつ5秒提示を行い、電線・電柱がごちゃごちゃして見える方の写真に○をつけてもらうものである。

そして便宜上、評定尺度法で得られた尺度を間隔尺度とみなせば、一対比較法のデータも間隔尺度であるので、街路内の地点の評価点の間隔の比は、求めたい共通尺度上の全街路・全地点の評価点の間隔の比においても同一に保持されていると仮定できる。このように全街路・全地点の得点を同一尺度上において算出しておいた。

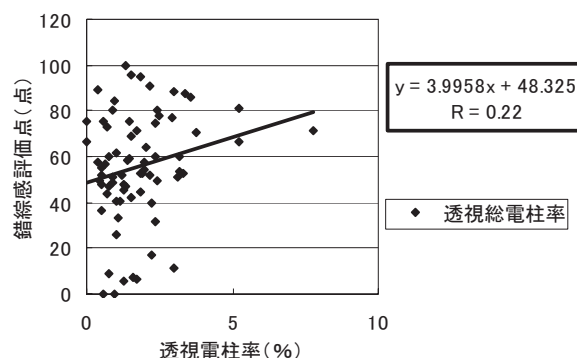


図-6 透視電柱率と評価点の関係

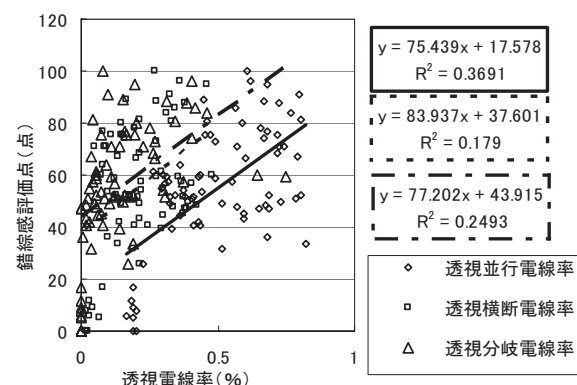


図-7 透視電線率と評価点の関係(電線パターン別)

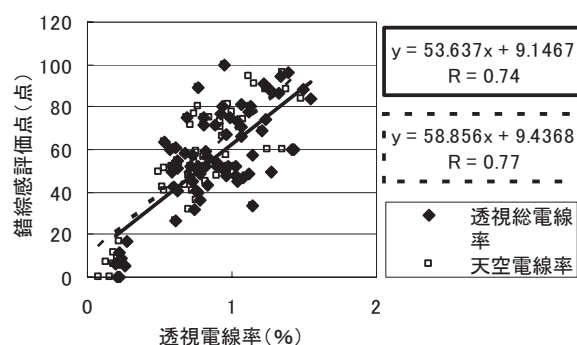


図-8 透視電線率と評価点の関係

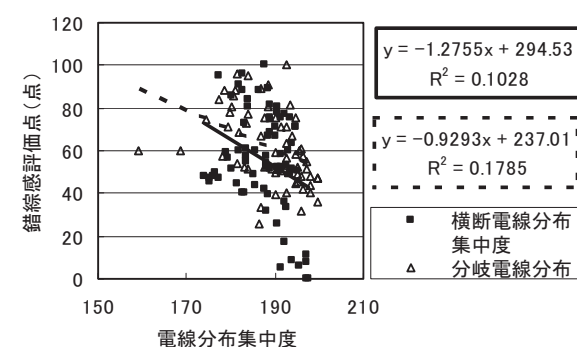


図-9 電線分布集中度と評価点の関係

3. 透視形態指標と錯綜感評価点の単相関分析による地点別の評価・考察

ここでは実験によって得られた錯綜感評価点と、人が個々の地点で実際に視認している2次元視覚像から得られる透視形態指標の間の相関関係を分析し、各指標値の変動と人の感覚量の変動との関係を示す。これによりどのような場面において人は電線・電柱が錯綜していると感じるのかを明らかにする。

(1) 基本計測値を用いた指標

総電柱率、総電線率、並行電線率、横断電線率、分岐電線率、天空電線率と錯綜感評価点の間には総じて正の相関関係がある。これは、電線・電柱の見える面積が大きいほど錯綜感を増す傾向にあるということを示す。以下に各指標ごとの傾向を示す。

a) 電線と電柱の比較

総電柱率よりも総電線率において高い相関が観察されることから電柱より電線の方が錯綜感をよく説明できている（図-6、図-8）。

b) 電線パターン間の比較

横断電線、分岐電線と比較し、並行電線について最も高い相関が観察される（図-7）。しかし、横断、分岐、並行など電線パターン別の電線率よりも総電線率（図-8）においてより高い相関が観察されることから、1つのパターンの電線が錯綜感を決定づける要因となっているのではなく、複数のパターンの電線が入り混じり総合して見える電線の量が多いことが、より錯綜感に影響を与えていると考えられる。

c) 電線と天空電線の比較

総電線率よりも天空電線率において高い相関が観察されることから電線全体よりも空を背景とする天空電線の影響度が大きいといえる（図-8）。この結果より、電線の背景が建物になり得やすい中高層建物の並ぶ街路や樹木のある街路よりも背景が空になり得やすい低層建物の並ぶ街路等は電線による錯綜感を感じやすいということが示唆される。また、どのような沿道状況においても背景が空となりやすい横断電線は錯綜感を与える要因として注意を要すると考えられる。

(2) 電線のばらつきを表す指標

電線のばらつきを表す指標として提案した電線分布集中度は値が大きいほど集中分布、値が小さいほど一様（分散）に分布していることを示すものである。電線分布集中度と評価点の相関係数は横断電線、分岐電線とも高い相関係数は得られなかったが、負の相関関係が得られる（図-9）。これは値が高い、すなわち集中して分布しているように見えるほど錯綜感は低く、値

が低い、すなわち一様にばらついて見えるほど錯綜感が高いと評価される傾向にあることを示すものである。

表-4 空間形態指標と錯綜感評価点の相関関係

空間指標	相関係数 (直線近似)	透視形態指標	相関係数 (直線近似)
電柱本数密度	0.53	透視総電柱率	0.56
電線本数密度	0.84	透視総電線率	0.84
電線距離密度	0.84	天空電線率	0.91
並行電線本数密度	0.72	透視並行電線率	0.76
横断電線本数密度	0.40	透視横断電線率	0.32
分岐電線本数密度	0.67	透視分岐電線率	0.60
横断電線分布集中度	-0.55	横断電線分布集中度	-0.18
分岐電線分布集中度	-0.03	分岐電線分布集中度	-0.50
電柱高さ分散度	-0.08		
電柱間隔分散度	0.16		
電柱位置分散度	0.52		

表-5 空間指標と透視形態指標の相関関係

空間指標	透視形態指標	相関係数 (直線近似)
電柱数密度	透視総電柱率	0.59
電線本数密度	透視総電線率	0.75
電線距離密度	透視総電線率	0.79
並行電線本数密度	透視並行電線率	0.84
横断電線本数密度	透視横断電線率	0.69
分岐電線本数密度	透視分岐電線率	0.76
横断電線分布集中度	横断電線分布集中度	0.60
分岐電線分布集中度	分岐電線分布集中度	0.49
電柱高さ分散度		
電柱間隔分散度		
電柱位置分散度		

4. 空間指標、透視形態指標、錯綜感評価点の単相関分析による区間別の評価・考察

電線・電柱の視覚的影響を定量的に評価するためには、視点移動の問題をどう指標に反映させるかが課題である。既に述べたように、この研究では空間指標については、区間あたりの指標値となっている。問題は透視形態指標と錯綜感評価点であるが、ここでは区間内の8地点分の値を積分し、空間指標と対応させることとする。景観評価は視点と景観要素との位置関係で大きく変わるものだが、透視形態指標、錯綜感評価点ともに10mごと8地点設けた視点ごとに算出された値を積分することで、その短所を補完でき、ある程度空間のひろがりやを考慮した。

その上で、街路空間を評価する指標について、空間指標、透視形態指標の各々と錯綜感評価点との相関関係、空間指標と透視形態指標の相関関係の分析を行う。

(1) 空間指標と錯綜感評価点の相関分析

表-4より、錯綜感評価点との間に最も高い相関が観察される空間指標として、電線本数密度、電線距離密度（いずれも $R=0.84$ ）が挙げられる。また続いて並行電線本数密度も比較的高い相関係数0.72となっている。これ

らは、電線の総本数、総距離などを示す指標であることから、電線の数量が錯綜感を最もよく説明できる要因であると推察できる。

電線のばらつきを表す指標である電線分布集中度は、横断電線、分岐電線とも高い相関係数は得られなかったものの、いずれも負の相関関係が得られる。これは集中して分布しているほど錯綜感は低く、一様にばらついて存在しているほど錯綜感が高いと評価される傾向にあることを示し、やむを得ず横断電線・分岐電線を架空する場合はできる限り設置箇所を集約することが望ましいことを示唆している。

また、電柱の形状・配置の秩序を表す3つの指標について、分析したところ、電柱位置分散度において比較的高い相関関係 ($R=0.52$) が観察された。この結果より、電柱の位置が不揃いであるほど錯綜感が高いと評価される傾向にあること、電柱の位置の秩序の有無は人の感じる錯綜感に影響を及ぼす要因となり得ることが考えられる。

(2) 透視形態指標と錯綜感評価点の相関分析

3章において場面における透視形態指標と錯綜感評価点の単相関分析を行ったが、ここでも同様の傾向を見ることができる(表-4)。

錯綜感評価点との間に最も高い相関が観察される空間指標としては、天空電線率、透視総電線率が挙げられる。特に天空電線率は相関係数0.91と空間指標と合わせて最も高い相関が得られており、区間レベルで錯綜感を見積もる際に最も有効な指標であると言える。これに続いて透視並行電線率も比較的高い相関係数0.76となっているが、並行電線が一部天空を背景に目立つことがあることが、街並みのスカイラインと交錯しやすい位置にあることが原因として考えられるが今後検証が必要である。

錯綜感評価点との相関については、より説明力の高い指標において空間指標よりも透視形態指標の方が若干高い値が出ている。これは、人が錯綜感を評価する際、3次元空間における実際の物理量や在り方ではなく、2次元視覚像から得られる「見え」の量や在り方により評価をする傾向の現れとも推察されるが、有意な差であるかは今後検討が必要であり、この程度の差であればよりシンプルな空間指標を使っても十分に錯綜感を見積もれるともいえる。

(3) 空間指標値と透視形態指標値の相関

空間指標は錯綜感を見積もる上で、若干説明力が低いかわば同等となっている。実際の映像の見えを反映する透視形態指標に対してどの程度の違いとなっているかを別の側面から確認するために、指標の意味の上で対応付けられる空間指標と透視形態指標の相関を分析した。

表-5より、関連のある指標間にはいずれも比較的高い相関関係があるといえる。しかし錯綜感を空間指標で見積もる際には、対応する透視形態指標が、現象として意味のある説明力をもっているか、および表-5に観察されるようなギャップがあることを認識した上で評価する必要がある。空間指標の中で錯綜感評価点と最も高い相関が観察された電線本数密度、電線距離密度は、それらと関連のある透視総電線率との間に高い相関関係が観察される。本来は錯綜感をきちんと見積もるためには透視形態上の電線率などを知る必要があるが、電線本数密度、電線距離密度などの空間指標により、ある程度の精度を持った見積もりが可能であると言える。

5. まとめ

本研究はこれまで長く問題が指摘されながらも、具体的な景観評価基準が示されていなかった電線・電柱の錯綜感に関わる指標化を試みたものである。ここでは特に最小限かつシンプルな指標により錯綜感を評価できるか検討しており、今後地域の景観管理において、街路網の現状の景観のクオリティを線的あるいは面的に把握するなど、情報基盤を整備する上で、効率的かつ有用であると思われる。

電線・電柱による景観の錯綜感を表す指標については、空間指標および対応する透視形態指標を複数提案し、各指標値の変動と人の感覚量の変動との関係が示されている。ここから電線・電柱の配置や形態が錯綜に及ぼす影響を以下のように整理することができた。

- 電柱より電線の方が影響度が高い。
- 複数のパターンの電線が入り混じり、総合して電線の量が多いことが最も錯綜感に影響を与える。
- 電線全体よりも空を背景とする電線の影響度が高い。
- 電線は、集中して分布しているほど錯綜感は低く、一様にばらついて存在しているほど錯綜感が高いと評価される傾向にある。
- 錯綜感については透視形態指標が空間指標に比べ若干高い説明力を有するが空間指標でもある程度の精度で説明が可能である。

また、電線分布集中度、電柱位置分散度と錯綜感評価点との相関関係より、やむを得ず横断電線・分岐電線を架空する場合、電柱を地上に設置する場合の景観に配慮した電線・電柱のデザインとして、以下の手法が有効であると考えられる。

- 横断電線・分岐電線はできる限り設置箇所を集約する。
- 電柱は街路中央からの距離を統一して設置する。

理論的には、錯綜感を見積もるためには、視野内の映像を直接的に反映している透視形態指標を用いることが

望ましいと考えられるが、空間指標である電線本数密度と電線距離密度は直接の錯綜感評価点との相関も高いことに加え、それぞれ意味の上で対応する透視形態指標との間の相関も高いことが観察された。よって、比較的容易に算出でき、GIS上のデータ管理などもしやすい。これらの空間指標により、ある程度の精度を持って「錯綜感」の見積もりが可能であると言え、今後、地域の街路網について、電線・電柱の配置や形状について空間データを整備することができれば、実用の可能性が期待できる。また単に電線・電柱の数量から錯綜感を見積もるだけではなく、地中化の困難な箇所では電柱の設置が考えられる場合には、錯綜感と比較的高い相関のあった横断電線の分布集中度や電柱位置の分散度に注意することが有用である。

架空線の地中化においては、道路の規模だけではなく景観的な特性を踏まえて整備を検討すべきである。整備の優先順位は、対象路線の潜在的な景観的クオリティや重要度とともに、現状の電線・電柱の景観阻害のひどさを併せて考慮するべきと考える。しかしながら地中化が唯一の方策ではないので、地域の特性も踏まえつつ、デザインにより見せ方、配置を工夫するなど様々な方策を

検討する必要がある。

今回は沿道状態の影響を考慮せず、電線・電柱のみに着目した評価であったが、他の景観要素や周囲の環境、背景によって電線・電柱による錯綜感は大きく変わることから、今後はそれらを考慮した分析が望まれる。

謝辞：本研究は(財)国土技術研究センターによる平成17年度研究開発助成を受けて実施した研究成果をとりまとめたものである。ここに記して謝意を表したい。

参考文献

- 1) 金澤成保：電柱・架線撤去の心理的効果に関する研究-カラーモニター写真の評価-，日本建築学会近畿支部研究報告集計画系，pp.657-660，1985
- 2) 篠原修編・景観デザイン研究会：景観用語辞典，照国社，2003
- 3) 和田陽平・大山正・今井省吾：感覚+知覚心理学ハンドブック，誠信書房，1985
- 4) 松原隆一郎：失われた景観 戦後日本が築いたもの，PHP新書，2002

(2007.4.13 受付)

A STUDY ON A SENSE OF SPATIAL COMPLEXITY OWING TO UTILITY POLES AND ELECTRIC WIRES

Aki OYAMA, Yoici KUBOTA, Kiyotaka FUKAHORI, and Hidehito SIGAI

One of the important visual problems in urban space is the unsightly utility wires, poles, and equipment. In this study, the criterion indicating the spatial and visual features of electric poles and wires including distribution in perspective were proposed. They are useful to reveal the effect of reducing the visual impact of overhead utilities. In addition, the sense of spatial complexity due to the electric poles and wires was measured in a psychological experiment. In a correlation analysis, relationship between the spatial indicators and the perspective indicators, and relationship between the spatial indicators and the psychological indicator were analyzed.