

沿線電柱数・密度の道路種別・エリア別比較

欧陽君顔*・鈴木勉**・大澤義明***

Comparative study of the number and density of utility poles along road by road type and region

Junyan OUYANG*, Tsutomu SUZUKI**, Yoshiaki OHSAWA***

Many electric poles are installed along roads in Japan, and there is a fear of inducing traffic accidents due to poor visibility. In addition, roads may be blocked by utility poles collapsed in the event of a disaster, which is a disadvantage in terms of disaster prevention and mitigation. In order to prioritize the maintenance of utility poles, this study targeted the Kanto region, created a buffer from emergency transportation roads, and statistically calculated the number and area of utility poles in the buffer. We evaluated the distribution of utility poles in the area using the ratio of roadside utility poles as an index. In this paper, we focus on the utility poles on major arterial roads, calculate the roadside utility pole density by region and by road type, and consider its characteristics.

Keywords: 無電柱化(electric-pole removal project), 緊急輸送道路(emergency transportation road), インフラ維持管理 (Infrastructure maintenance)

1. はじめに

日本で無電柱化は、防災性の向上、安全性・快適性の確保、良好な景観形成の観点から実施されてきた。近年、災害の激甚化・頻発化、その必要性が浸透している（足立・井上,2011; 石田ほか,2011）。関東地方整備局管内の無電柱化整備事例として、長野県無電柱化ガイドラインによると、長野県は平成21年から、国が定めた計画骨子を基に、主に都市景観の向上や防災対策の推進を目的として長野市南長池、塩尻市広丘地区、飯田市中央通りなどで無電柱化整備してきた。つくば市無電柱化条例によると、良好な街並み創出のため、平成28年から、無電柱化条例が施行され、つくば駅、研究学園駅周辺などでは無電柱化されてきた。通学児童等が安全で快適に通行できる歩行空間を確保のため、令和3年から、山梨県の富士川町鰍沢地区の歩道未整備区間において、電線共同溝が整備された。豊島区ホームページによると、東京都豊島区生活道路である区道においては、道路幅員が狭く、通行人が多いため、歩道幅員の狭い箇所である「巣鴨地蔵通り」地区を中心に、歩道拡幅やバリアフリーを含め無電柱化事業が行われ、令和3年に電柱の撤去が完了した。

しかしながら、須賀 (2020) による、日本全国には依然として、道路と民地をあわせて全国の電柱本数は約 3,600 万本（うち約 2/3 に相当する約 2,200 万本が送配電用、残りは通信）、約 3.5 人が一本の電柱を負担している。送配電網協議会調べによると、無電柱化により、年間約 0.5 万本を撤去したが、一方、直近は年間約 7.4 万本の増加し、人当たりの負担がさらに重くなった。また、新設電柱の設置場所としては民地が多いが、道路が 29%を占めている（2021年）。とりわけ、工期の短さや低コストの観点から、緊急輸送道路に電柱が新設したケースは年間 1000 件以上がある。近年、自動車の電動化が進みつつある。海外と比べて電柱の豊富さを逆手にとり、電柱を電磁自動車の充電場所として活用することも期待されている。

図 1 に示すように、近年発生している大規模地震や大型台風等の自然災害により電柱の倒壊や電線の垂れ下がり等が発生し、長期間にわたるライフラインの切断や、避難・救急活動の支障が生じていることから、緊急輸送道路における電柱の整備の必要性は改めて認識されている（家田ほか,2015）。このような状況から 2020 年 12 月に閣議決定された「防災・

* 学生会員 筑波大学大学院 (University of Tsukuba)
〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 E-mail : s2030108@s.tsukuba.ac.jp

** 正会員 筑波大学社会工学域 (University of Tsukuba)

*** 正会員 筑波大学社会工学域 (University of Tsukuba)

減災、国土強靱化のための5か年加速化対策」により電柱倒壊のリスクがある市街地等の緊急輸送道路の無電柱化が進められている。国土交通省による、閣議まで緊急輸送道路約9万kmのうち国、45都道府県、102エリア管理の約76,000kmにおいて、道路法第37条に基づく新設電柱の占用を禁止する措置を実施した。



図1 竜巻被害 茨城県つくば市北条
(国総研 石井儀光氏提供 2012.5.6)

さらに、国土交通省の「無電柱化の取組について～新たな「無電柱化推進計画」の策定～」によると、2021年3月から、災害時における緊急輸送道路等の閉塞を予防するため、沿道区域において電柱等の工作物を設置する場合の道路管理者への届出・勧告制度を創設された。この制度の下、道路管理者は、沿道区域の全部または一部を「届出対象区域」として指定でき、その区域において電柱などの設置行為に対して、倒壊しても道路が閉塞しない位置への変更（地中化を含む）等を勧告することができる。よって、災害が発生した場合における閉塞を予防するため、道路管理者（国、都道府県、エリア）別に、緊急輸送道路等沿道区域の既存電柱の数を把握する必要がある。

電柱に関する研究として、渡辺・鈴木（2009）による大地震後における道路閉鎖のリスクを考慮して、道路網の復旧優先度を定めるための基礎指標が提案された。渡司ほか（2020）では、オフグリッド（独立電源）を導入するにあたり、配電網維持管理コストと、切り離された住民へ電力を供給する独立電源コストとの間にトレードオフが検討された。防災以外には、幹線道路沿いでの電柱の乱立は景観上問題である

（電柱のない街づくり支援ネットワーク；鮑星宇ほか, 2021）。そのため、防災と景観の観点から電柱配置に関して体系的な整備が求められている。

本稿では、道路での電柱に着眼し、沿道電柱密度をエリア別にさらに道路種別に算出し、その特徴を考察する。東京都心部から通勤地区、農村地帯まで多様な場所を網羅できる、常磐線・つくばエクスプレス線沿線33エリア（東京都4区、千葉県4市、埼玉県2市、茨城県23エリア）を対象とした。対象エリアの総人口は4,908,733人（2020年国勢調査）、総面積3,396(km²)である。ここでは、エリア性の特性により抽出するために現在のエリアレベルより細かい、平成の大合併前のエリア区割りである59エリア（東京都4、千葉県5、埼玉県2、茨城県48）を用いて分析する。電柱位置情報は東電タウンプランニング社 TEPCO Digital Map データ（2018年10月）を用いた。図2に典型的な市街地であるJR南柏駅周辺、無電柱化が整備されている筑波大学周辺、水田が多い旧東町役場周辺の電柱分布を示す。

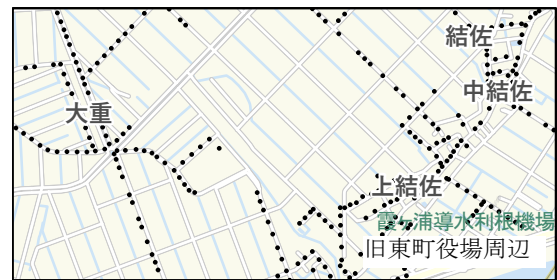


図2 電柱がエリアでの分布（縮尺1：30000）

対象エリアでの電柱は総数 835,373 本であり、空間的電柱密度は 246(本/km²) となり、電柱一本あたり 5.88 人の負担となる。エリアごとに電柱本数を集計し、図 3 に、横軸が空間ベース、縦軸が人口ベースでの密度として、59 エリアをプロットした。図中 2 本の水平方向と垂直方向の点線は対象地域全体での両数値の平均を示す。したがって、右上に位置する荒川区や台東区では空間ベースでも人口ベースでも電柱が多い。逆に、左下に位置する旧東町など農村エリアで空間ベース、人口ベースともに電柱が少ない。具体的に、エリア別で最も電柱密度が高いのは台東区 803(本/km²)、最も低いのは旧新利根町 88(本/km²)、電柱一本あたり負担人口が最も多いのは荒川区 28.45 人、最も少ないのは旧北浦町 0.95 人である。

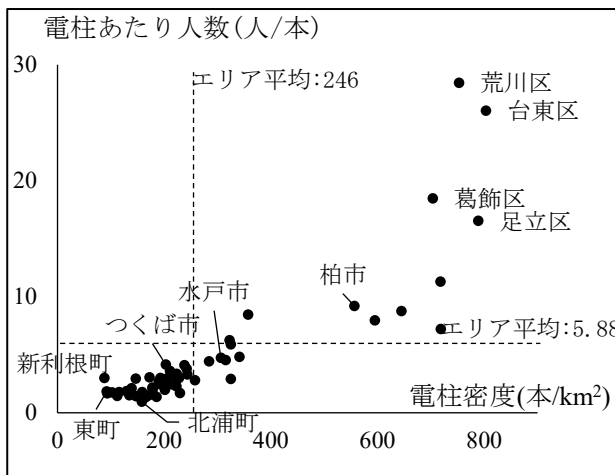


図 4 電柱密度と電柱あたり負担人口

2. 電柱と建物・道路との近接関係

2.1. 建物・道路への最近距離

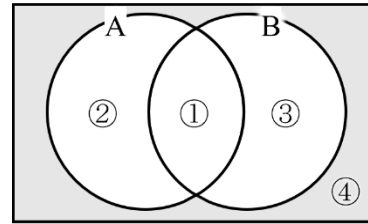


図 5 電柱近接パターン

送配電網の電柱の計画は、発電所から電力の輸送と住宅などの建物への配電に分けられる。そのため、電柱は道路沿いや建物に近接して配置されているものが多いと推測できる。集合 A を道路に近接する電柱、集合 B を建物に近接する電柱とすると、近接性の観点から、すべての電柱は以下の 4 つのパターンで整理できる：

- ① 道路と建物に近接 ($A \cap B$);
- ② 道路のみに近接 ($A - A \cap B$);
- ③ 建物のみに近接 ($B - A \cap B$);
- ④ そのほか ($\Omega - A \cup B$).

すなわち、図 4 のベン図を考える。また、イメージを共有するため、図 5 に各パターンの例の写真を示す。本稿では、国道、都県道、エリア道を対象とする。それらの位置及び幅員の情報は ESRI ジャパンの『スターターパック (2022 年)』から得た。道路総延長は 49,627(km)。道路中心線のラインデータから幅員データを加えてポリゴンを作成して道路面を ArcGIS 上で構築する(福井, 1996)。区間で定まる



図 3 ①浜松市中区交差点(2019.12); ②つくば市栗原(2021.9);

③つくばみらい市敷地内にある電柱(2018.8); ④つくば市北條 水田にある電柱(2022.5 川辺怜氏提供)

元データを踏まえて本稿で仮定した道路幅員（上限値）を表1に示す。また、建物のデータは国土地理院基盤地図情報から得た。対象エリアの建物は2,418,527棟となる。

表 1 仮定道路幅員

ESRI 社スターパック 道路幅員データ	本研究で仮定した 道路幅員
3m未満	3m
3m～5.5m	5.5m
5.5m～13m	13m
13m～19.5m	19.5m
19.5m以上	25m

2.2. 地域全体の電柱近接関係

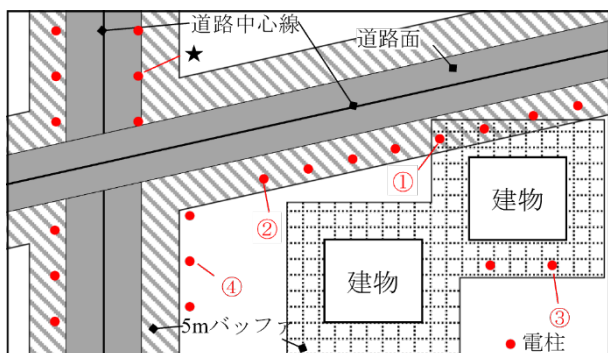


図 6 電柱の近接関係イメージ図

ArcGISにて対象道路と建物別に一定な距離以内の電柱本数をカウントする。図6に閾値距離を5(m)としたイメージ図を示す。ただし、道路幅を区間データの上限で定めたため、道路ポリゴンに入った電柱本数もカウントする(図に★で示す)。

対象地域全体で見ることとし、閾値距離を5(m)、10(m)、20(m)とした時、道路の近接領域に位置する電柱本数はそれぞれ747,550、781,974、806,141であり、シェア率はそれぞれ90%、94%、97%となる；建物の近接領域に位置する電柱本数はそれぞれ315,477、490,338、652,545であり、シェア率はそれぞれ38%、59%、78%となる。数値から見ると、ほとんどの電柱が道路に近接する。

すべての電柱は4つのパターンで整理し、100%積み上げ棒グラフを図7に示す。図7から、どんな距離でも、①道路と建物と②道路のみの割合が高く、③建物のみと④そのほかは少ない。③と④はかなり

少なく、道路だけでほぼフルカバーとなる。閾値距離を広げると、①の割合が34%から55%、76%に増加し、②の割合が55%から38%、21%に減少する。閾値を長くすると、道路と建物の両方への近接性が高まるのが数値で確認できた。

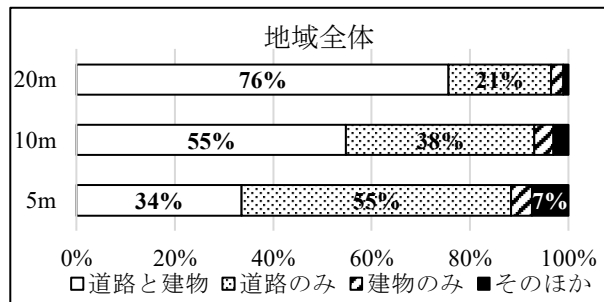


図 7 地域全体の電柱構成

道路に近接する電柱は輸送用、建物に近接する電柱は配電用とすると、対象エリアでほとんどの電柱は輸送もしくは輸送と供給両方の機能を持っている。それに対して、供給のみの電柱が少ないと言える。

なお、電柱から最寄り道路と最寄り建物への平均距離はそれぞれ5.7(m)、22.0(m)となる。なお、中央値はそれぞれ3.6(m)、13.3(m)となる。

2.3. エリア別の電柱近接関係

図8に都心部、地方都市、農村の代表とし、荒川区、つくば市、東町の電柱構成比を示す。まとめて見ると、どのエリアでも③建物のみが低く、建物の影響は道路よりかなり小さい。閾値距離を広げると、①道路のみと②道路と建物の割合がさらに支配的に増え、道路だけで電柱分布が定まる。

閾値距離を5(m)とした時、農村である東町では道路と建物に近接していない電柱(④そのほか)は21%にも達する。閾値距離を10(m)、20(m)に広げると、この割合は6%、1%に減少する。他エリアと比較して、道路近接性は広いが、道路から一定距離内にあることが確認できた。②道路のみに近接電柱は50%以上となり、距離を広げても40%以上と維持する。その原因の一つとして、農村では建物密度が低く、建物へ電力を輸送する電柱が多くなる。地図を見ると、長い道路で結ばれている一軒家などを見つけられる。一方で、地方都市であるつくば市では②道路のみに近接する電柱は63%となる。距離を広げると徐々に

に①道路と電柱に近接と転換する。多くのつくば市の建物は電柱から数メートル～十数メートルに離れて建てられていると言える。都心部の荒川区の電柱はほとんど道路と建物両方に近接している。

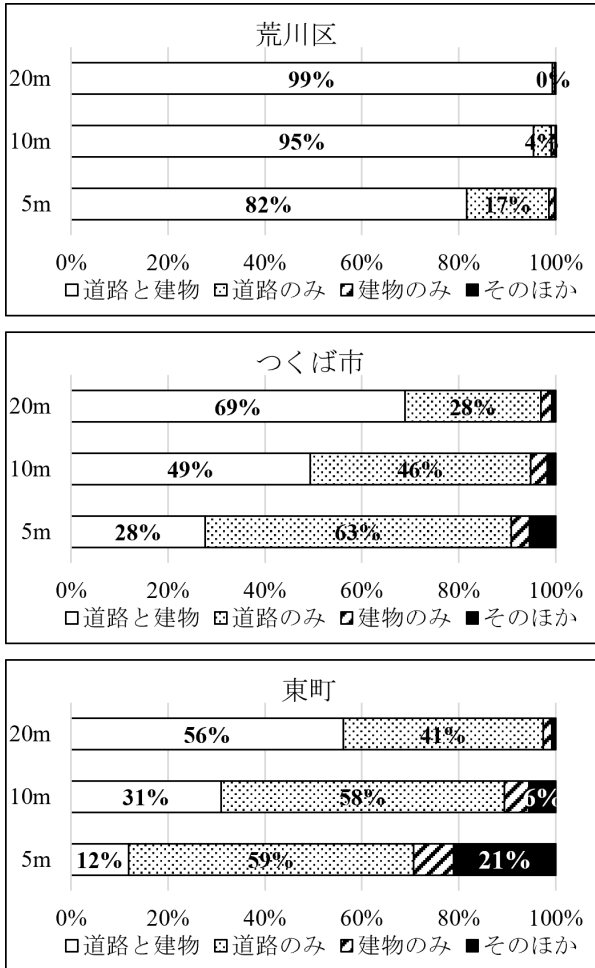


図 8 3エリアの近接性パターン

2.4. 解釈

本章は電柱と道路・建物の近接関係を数値化して、その結果を考察して、以下3点の知見を得た。

第一に、道路と比べて建物は電柱配置への影響が弱い。第二に、電柱はほとんど道路沿いに位置している。閾値距離を20mに広げると、97%にもなり、沿線電柱はほぼフルカバーとなる。第三に、道路に近接する電柱は輸送用、建物に近接する電柱は配電用とすると、農村では電力輸送だけに作られた電柱が多い。

したがって、3章以降では沿道に限定し、分析を詳細化させる。

3. 沿線電柱

3.1. 面積ベース密度と道路延長ベース密度

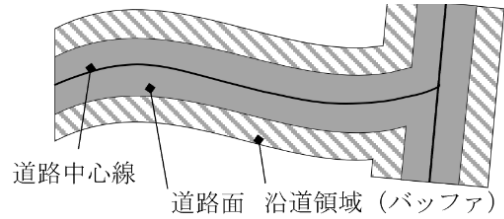


図 9 道路延長と沿道領域面積

図9に示したように、沿道領域は道路を囲む帯状となり、道路面を含めない。沿道領域内に位置する電柱本数（道路面に位置した分を加算）は n と定義する。沿道領域内面積 S と道路延長 l に基づいて面積当たりの電柱密度（面積密度） $\rho_{面積}$ と道路延長当たりの密度（延長密度） $\rho_{延長}$ は

$$\rho_{面積} = \frac{n}{S}; \quad \rho_{延長} = \frac{n}{l}.$$

道路延長を伸びると、バッファ面積は閾値距離 w の2倍と道路延長 l の積に近づく。そうすると、

$$\rho_{面積} \approx \frac{n}{2wl} = \frac{\rho_{延長}}{2w} \quad (1)$$

となり、面積密度と延長密度とには次の関係が成り立つ：

$$\frac{\rho_{面積}}{\rho_{延長}} \approx \frac{1}{2w}. \quad (2)$$

表2に、閾値距離を5(m)、10(m)、20(m)、 ∞ とした時、実データから計算した結果をまとめた。閾値距離を ∞ とした時、沿道領域は地域全体と等しい。式(1)では、道路間重複が考慮されていない、そのため、閾値距離を広げると、近隣の道路バッファと被ることが多くなり、式(2)は成立しにくい。

表 2 沿道電柱密度

閾値距離	面積密度 (本/ km ²)	延長密度 (本/km)	面積密度 延長密度 (式(2))
5 (m)	1677.0	15.1	111.3 (100.0)
10 (m)	933.5	15.8	59.2 (50.0)
20 (m)	553.9	16.2	34.1 (25.0)
∞	246.0	14.6	— —

3.2. 道路種別比較

ESRI ジャパンの『スターターパック (2022 年)』により、対象エリア内の国道、都県道、エリア道の延長はそれぞれ 741 (km), 2,518 (km), 46,369 (km)である。よって、対象道路はほとんどエリア道で構成されている。また、緊急輸送道路位置は国土交通省の『国土数値情報 (2015 年)』に基づいて特定した。緊急輸送道路の総延長は 1,865(km) となり、構成比は国道, 都県道, エリア道それぞれ 39%, 53%, 8% である。なお、国道から見ると、国道の 85%は緊急輸送道路に指定されている。道路の集合関係を図 10 に表す。

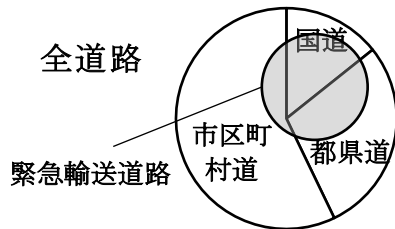


図 10 対象道路の集合関係

道路種類別に、道路脇から閾値距離内にある領域の電柱数をカウントする。図 11 に交差点でのイメージを表す。*をつけた、囲まれた部分は都県道とエリア道別にダブルカウントされる。

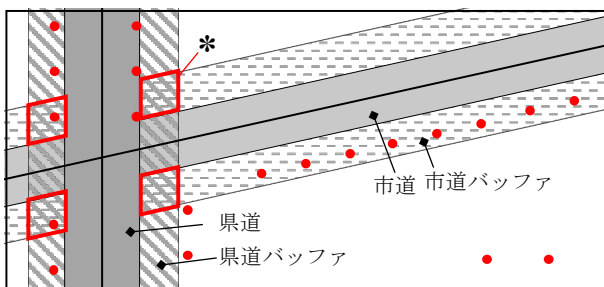


図 11 イメージ図 (道路種類別)

閾値距離を 5(m), 10(m), 20(m), ∞と四種類に設定し、国道、都県道、エリア道、さらに全体および緊急輸送道路ごとに、沿道電柱密度を求めた (距離は ∞の時、沿道領域は地域全体と等しい)。対象地域全体で一括で見ることとし、横軸を閾値、縦軸を閾値内の面積密度とする結果を図 12 に折れ線表示で示す。したがって、表 2 に示し面積密度の数値は○の折れ線に対応する。なお、エリア道が多いので、エ

リア道の動きと全道路の動きはほぼ同じとなる。

図 12 から、面積密度に関して、二点を読み取れる。第一に、右下り形状から理解できるように、どの道路種別でも道路から離れるほど電柱密度は低下する。第二に、道路種別で比較すると、国道や都県道の密度は高い。特に、災害時で緊急車両の通行を確保すべき路線で新設電柱の占用禁止が課されている緊急輸送道路の密度はどの閾値でも最も高くなっている。

道路延長ベース電柱密度の結果を図 13 に折れ線表示で示す。閾値距離を 5(m), 10(m), 20(m)と三種類にする。図 13 から、延長密度に関して、三点が分かる。第一に、どの道路種別でも道路から離れるほど電柱本数が増やすため、折れ線は右上り形状となる。第二に、緊急輸送道路、国道、都県道での密度が高い。第三に、エリア道では距離変化による電柱の変化は小さい。一方で、都県道、国道、緊急輸送道路沿道の電柱は道路のすぐ近くに分布している。

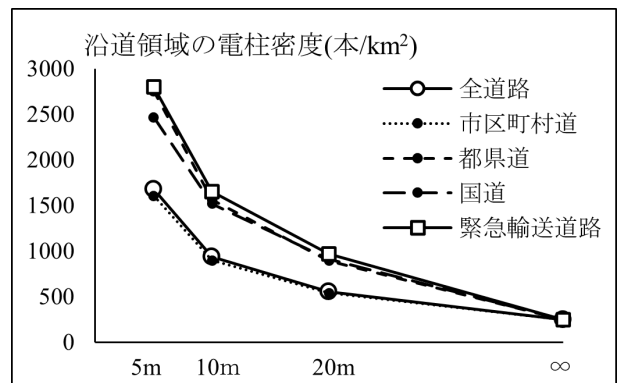


図 12 道路種類別電柱密度 (面積ベース)

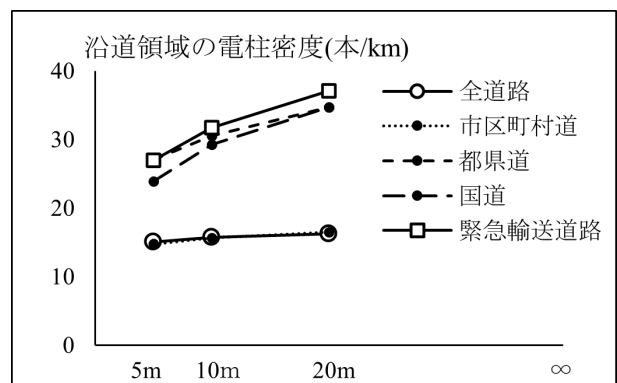
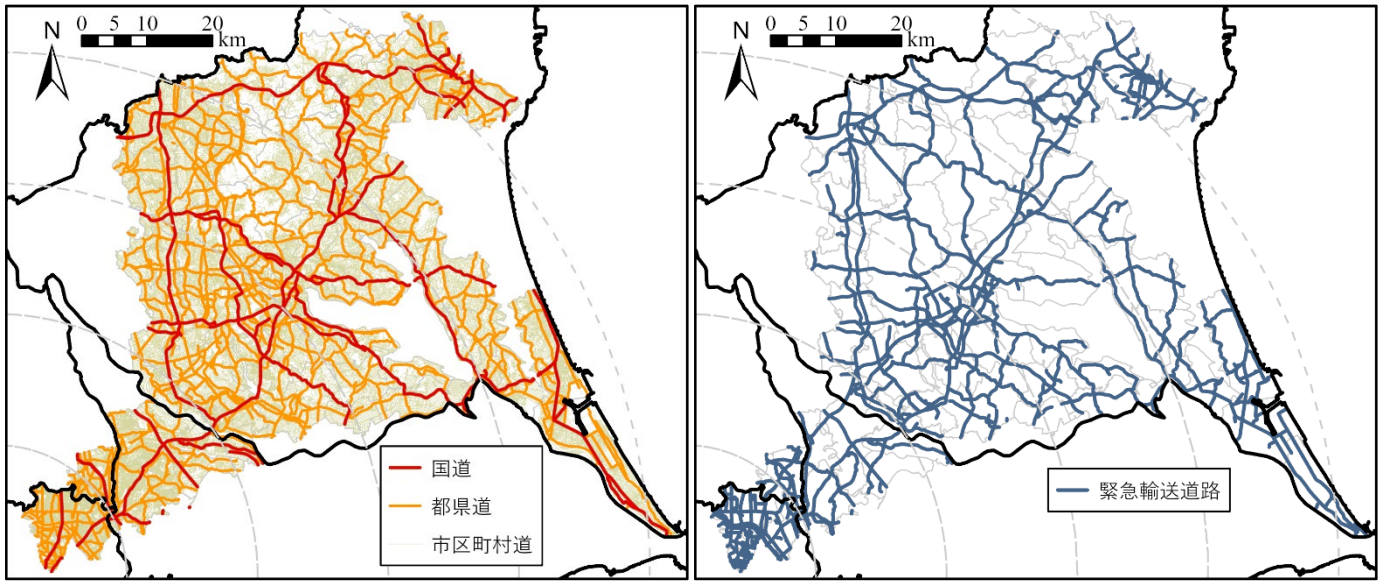


図 13 道路種類別電柱密度 (延長ベース)

1



(a) 道路網

(b) 緊急輸送道路

図 14 対象エリアの道路網

2

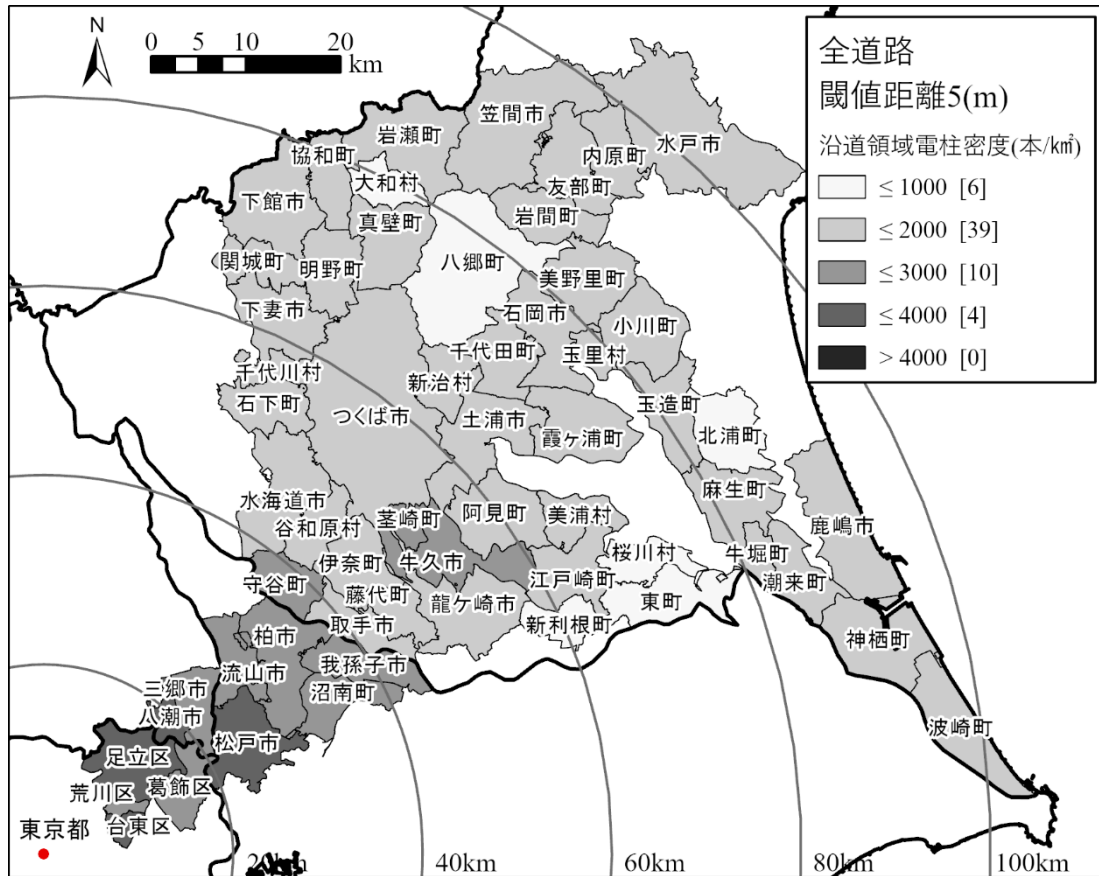


図 15 全道路のエリア別面積電柱密度

3

4

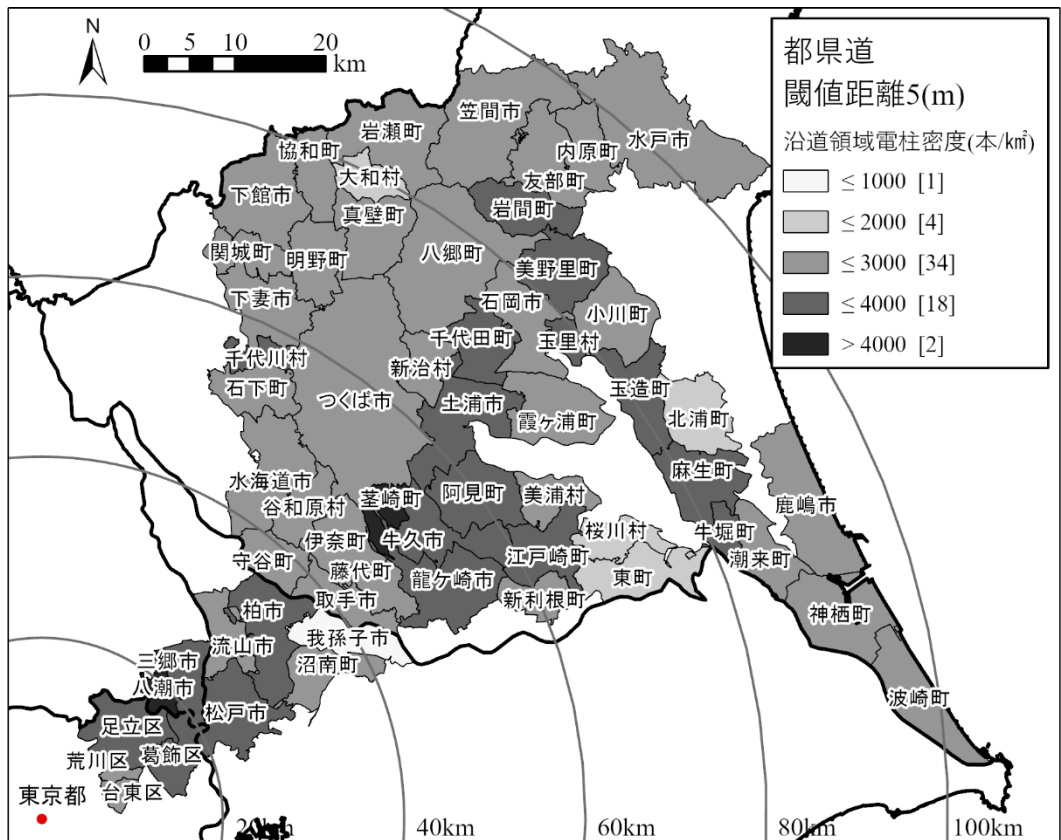


図 16 都県道のエリア別面積電柱密度

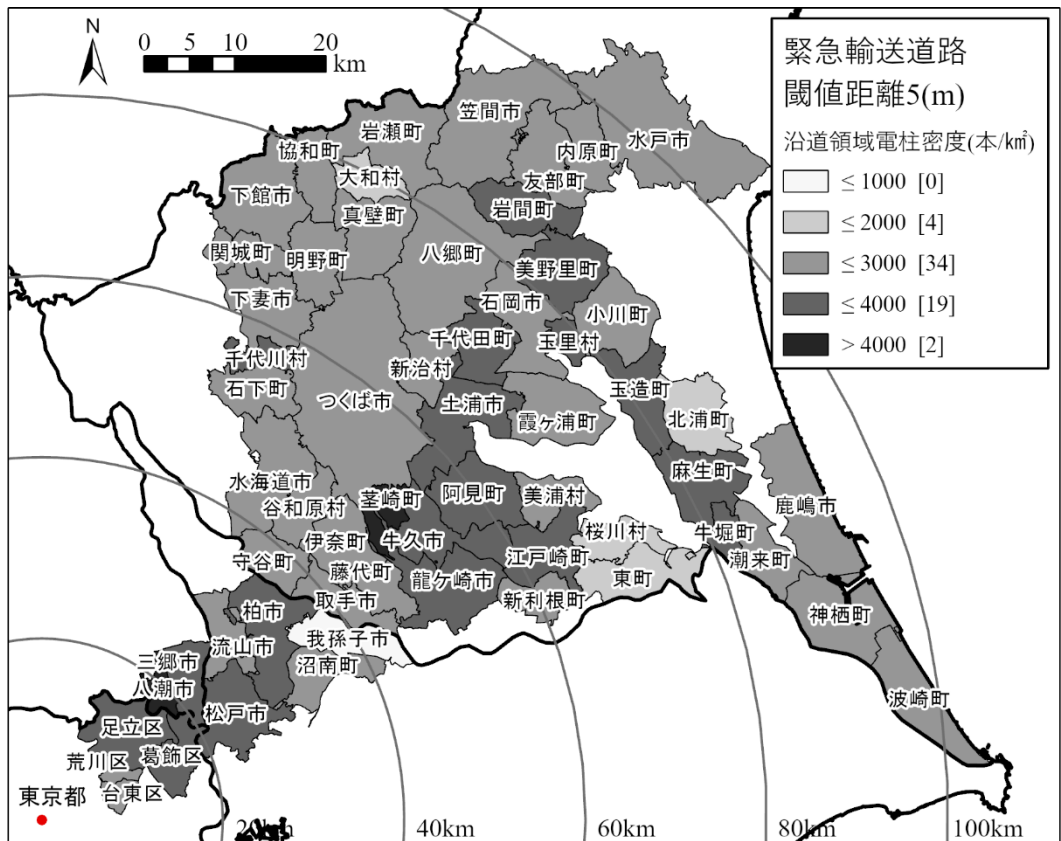


図 17 緊急輸送道路のエリア別面積電柱密度

1

2

3

4

5

表 3 沿道密度 (本/km²) の最大と最小エリア

閾値距離	最大エリア				最小エリア			
	全道路	緊急輸送道路	国道	都県道	全道路	緊急輸送道路	国道	都県道
5 (m)	3423.2 (八潮市)	5317.9 (荻崎町)	5457.0 (守谷町)	4252.4 (八潮市)	612.8 (東町)	1546.9 (荻崎町)	0.0 (三郷市)	945.1 (我孫子市)
10 (m)	1912.4 (八潮市)	2904.4 (荻崎町)	3116.8 (守谷町)	2373.2 (八潮市)	395.8 (新利根町)	796.0 (桜川町)	0.0 (三郷市)	586.7 (我孫子市)
20 (m)	1385.4 (台東区)	1546.9 (荻崎町)	1831.2 (守谷町)	1443.0 (八潮市)	221.3 (新利根町)	453.3 (桜川町)	46.5 (八潮市)	442.6 (我孫子市)

3.3. エリア別に沿道電柱密度

閾値を 5(m) と固定し、図 14 に示す全道路、緊急輸送道路、国道、都県道を対象とする。59 エリアごとの沿道電柱密度(本/km²)を図化し、図 17 は全道路、図 16 は都県道、図 17 は緊急輸送道路に限定下結果である。また、東京駅を中心とする距離を併記する。そして、凡例の[*]にあたるエリア数を記入した。第一に、各クラスにあたるエリア数から、図 16 に示す都県道と図 17 に示す緊急輸送道路における極端の値があるが、同じクラスにあたるエリアが多い。第二に、図 17 から、全ての道路をまとめて見ると、都心に近いほどさらに、常磐線・つくばエクスプレス線沿線で電柱密度が高い。第三に、全道路と比べて、どんなエリアでも緊急輸送道路沿いでの電柱密度が高い。表 3 に電柱密度に関するエリア別最大と最小を示す。緊急輸送道路におけるすべてのエリアで 1500 (本/km²) を越えている。この数値を路線長あたりで解釈すると、 $1500(\text{本}/\text{km}^2)/(5\text{m} \times 2) = 15$ (本/km) より、電柱が両側で等間隔に配置されると、電柱は 133(m) 間隔となる。

3.4 エリア別に電柱の集中度合い

エリア内の電柱の空間的集中度合いを考察するために、沿道領域内の電柱シェア (エリア内に占める割合) と面積シェアを求める。閾値を 5(m) と固定し、全道路と緊急輸送道路を対象とし、横軸をエリアに占める沿道領域内面積シェア、縦軸を電柱シェアとして、59 エリアを図 18 と図 19 にプロットした。図では、左上に位置するほど、エリア内では電柱が沿道に集中していると解釈できる。なお、プロットの濃さ (濃いほど電柱密

度が高い) は図 15 に対応している。

図 18 の 2 本の点線で示すように、対象地域全体で見ると 5 (m) 沿道面積比率は 13.1% しかないが、総電柱の 89.5% が集中する。なお、沿道距離帯を 10 (m) と広げると、24.7% の面積に 93.6% の電柱が集中する。図 18 から、次の二点が読み取れる。第一に、沿道附近での電柱が多く、道路が電柱配置を誘導していると言える。第二に、笠間市や岩瀬町など地方部で特に集中し、荒川区や台東区では集中度合いが弱い。図 19 の 2 本の点線で示すように、閾値距離は 5(m) とした時、対象地域全体で見ると緊急輸送道路の 5 (m) 沿道面積比率は 0.47% しかないが、総電柱の 5.37% が集中する。なお、沿道距離帯を 10 (m) と広げると、0.94% の面積に 6.33% の電柱が集中する。図 19 から、次の二点が読み取れる。第一に、緊急輸送道路沿いに電柱は図 18 が示す全道路よりは集中している。第二に、緊急輸送道路沿道では地域差が拡大する、柏市や流山市などは緊急輸送道路沿線電柱が整備されている。

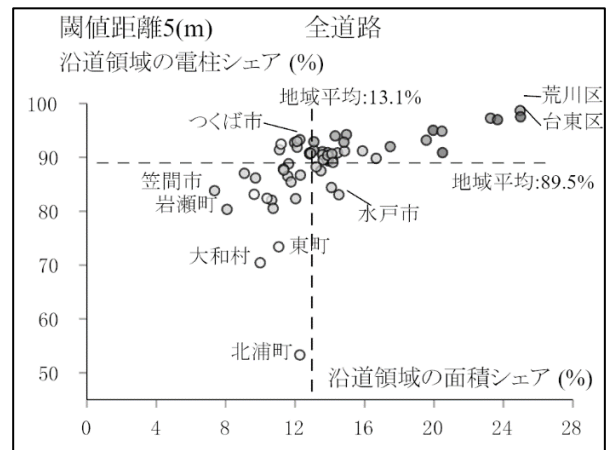


図 18 全道路の面積シェアと電柱シェア

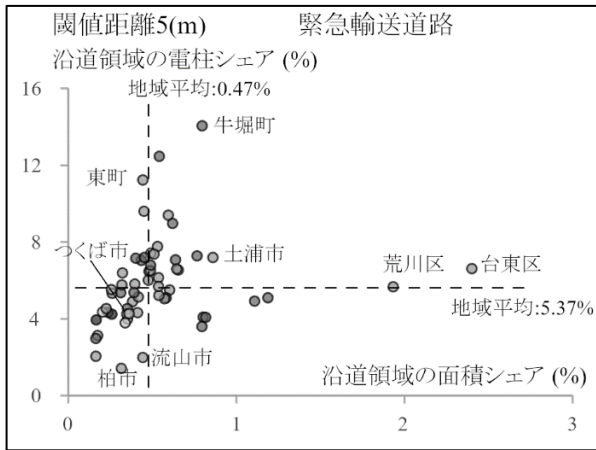


図 19 緊急輸送道路の面積シェアと電柱シェア

3.4. 解釈

本章はエリア別に、道路沿いの面積電柱密度や延長電柱密度を計算し、以下の知見を得た。

第一に、道路沿いの電柱整備は地域差があるが、どのエリアでも、沿道において電柱密度が高い。第二に、エリア別に比較すると、道路種類に関わらずに、都心また常磐線、つくばエクスプレス沿線での沿道電柱密度が高い。第三に、道路種類別に比較すると、緊急輸送道路の沿道密度は高い。

4. おわりに

無電柱化は防災、景観などの視点で望ましい。一方で、沿道に多いことが示された電柱には EV スポットとしての役割も期待されている。本稿では常磐線・つくばエクスプレス沿線の電柱データを用いて、緊急輸送道路沿いで電柱の多寡、電柱沿道密度の地域差を数値化し、以下の知見を得た。第一に、沿道電柱の絶対本数の大きさから、沿道での無電柱化には相当のコストを要する。第二に、緊急輸送道路は災害時で緊急車両の通行を確保すべき路線だが、沿道密度は相対的に高い。

謝辞

本研究はトヨタ自動車と筑波大学社会工学域との共同研究「モビリティイノベーションの社会応用と未来社会工学研究フェーズV」の枠組みで実施した

参考文献

家田仁・上西周子・猪俣隆行・鈴木忠徳 (2015) 阪神・淡路大震災における「街路閉鎖現象」に着目した街

路網の機能的障害とその影響. 「土木学会論文集」, 576, 69-82.

足立良夫・井上利一 (2011) 『電柱のない街並みの経済効果』. 住宅新報社.

石田眞二・亀山修一・奈良照一・宮坂純平 (2011) 無電柱化整備による道路のシークエンス景観の効果計測に関する研究. 「土木学会論文集 D1 (景観・デザイン)」, 67(1), 1-10.

経済産業省資源エネルギー庁 (2021) 電力レジリエンス強化の観点からの無電柱化の推進について. <https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/pdf/035_04_00.pdf>.

国土交通省道路局 環境安全・防災課 (2021) 無電柱化の取組について ~新たな「無電柱化推進計画」の策定~. <20210824-1.pdf (road.or.jp)>.

つくば市ホームページ (2018) つくば市無電柱化条例. <<https://www.city.tsukuba.lg.jp/shisei/torikumi/1001966.html>>.

須賀亮行 (2020) 『電柱マニア』. オーム社.

電柱のない街づくり支援ネットワーク (2010) 電柱のないまちづくり. 学芸出版会.

豊島区ホームページ (2022) 巣鴨地蔵通り無電柱化事業. <<https://www.city.toshima.lg.jp/407/jizou/1903251732.html>>.

内閣官房 (2020) 防災・減災, 国土強靱化のための5か年加速化対策. <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/5kanenkasokuka/pdf/taisaku.pdf>.

長野県建設部道路管理課 (2013) 長野県無電柱化ガイドライン. <<https://www.pref.nagano.lg.jp/michikanri/kensei/soshiki/soshiki/kencho/dorokanri/documents/naganomudengaidorain.pdf>>.

鮑星宇・小林隆史・大澤義明 (2021) 電柱と山との重なりに着目した沿道シークエンス景観の数理的考察. 「都市計画論文集」, 56(3), 1184-1190.

渡司悠人・長谷川大輔・鈴木勉・大澤義明 (2020) 電柱本数・移動距離のトレードオフと無電柱化の効果測定. 「GIS-理論と応用」, 28(2), 9-18.

渡司悠人・佐野雅人・鈴木勉・大澤義明 (2020) 配電網維持管理の観点からのオフグリッドの効果. 「都市計画論文集」, 55(3), 393-399.

渡辺泰弘・鈴木勉 (2009) 復旧優先度指標による震後復旧優先道路形状に関する数理的研究. 「都市計画論文集」, 44(1), 30-37.