

沿道電柱との重なりに着目した車窓山並み景観の分析

05001275 筑波大学
01111251 立正大学
01013930 国土技術政策総合研究所
01009480 筑波大学

*鮑 星宇 BAO Xingyu
小林 隆史 KOBAYASHI Takafumi
石井 儀光 ISHII Norimitsu
大澤 義明 OHSAWA Yoshiaki

1. はじめに

本研究は、著者たちによる研究 [1] の継続版である。電柱は、貴重な都市インフラであることは間違いない。しかし、強風や地震などによる道路閉塞やエネルギー供給網の寸断の回避のため、無電柱化 [2] やオフグリッドの導入 [3] が効果的である。

自動運転時代を迎えると、運転から解放され車窓景観をより楽しむことができる。車窓景観では遠景の山並み景観を享受できるが、近景に位置する電柱などの人工構造物が動いて見え、両者が重なり、山並み景観の醍醐味が失われる。本稿では、山並みと電柱との重なり景観がどのように変化するのか、近傍の電柱本数と電柱の見えの大きさ [4] から分析することにある。

2. 山と電柱の可視領域

平面を想定すると一本の電柱が山頂より高く見える領域は、アポロニウスの円で表現できる [5]。山を円錐と仮定すると、山裾と重なる電柱が山頂より高く見える領域は、アポロニウスの円から切り取られた扇形で表現できる。扇形の半径が山頂への仰角に、扇形の角度が山裾の幅に対応する。

筑波山はつくば市において景観のアクセントとなっており、そこへの眺望確保が期待されている [1]。そこで、本稿でも筑波山への車窓景観を想定する。図1はつくば市内の2領域（筑波山頂から3km, 13km）付近で、筑波山より電柱が高く見える領域を示す。電柱位置として東電タウンプランニング株式会社のデータ（2018年時点）を活用した。視点場の位置を考慮し山の高さを $H=840\text{m}$ 、山裾の幅を $R=3\text{km}$ 、電柱高さを $h=10\text{m}$ としている。

図1からも確認できるが、第一に、対象領域が離れるほど、扇形は狭く長くなる。第二に、道路沿いの電柱では、山アテ道路 [6] ほど扇形の重なりが多いこと、山の正面では少ないことが分かる。

3. 電柱の数と電柱の見えの大きさ

3.1. 電柱の数

車窓景観は、移動する視点場からの景観である。車窓景観の枠組みで電柱の可視性を吟味するために、図2及び図3のように一本の直線道路を考える。沿道には高さ h の電柱が並んでいるとする。図3で示すように、高さ H の山頂から道路までの距離を p 、視点場から沿道までの幅を w 、山頂から道路への垂線の足 O から視点場までの距離を x とすると、山裾への視線が重なる沿道の長さ z は、 $z = (\tan(\theta + \alpha) - \tan(\theta - \alpha))w$ となる。ただし、

$$\tan \theta = \frac{x}{p+w}, \quad \sin \alpha = \frac{R}{\sqrt{(p+w)^2 + x^2}}.$$

$\pi - \theta, 2\alpha$ が視点場から O への進行方向の方位角、山裾への水平角となる。電柱間隔を s とすると、山裾への視線に重なる電柱本数 ϕ_1 は

$$\phi_1 = (\tan(\theta + \alpha) - \tan(\theta - \alpha)) \frac{w}{s}.$$

電柱本数 ϕ_1 は距離 x の増加関数となる。

3.2. 電柱の見えの大きさ

山裾への視野範囲と重なる沿道までの距離は、 $0 \leq x \leq R$ では w 、 $R \leq x$ では $\frac{w}{\cos(\theta - \alpha)}$ となる。よって、山並みと重なって最も大きく見える電柱の見えの大きさ ϕ_2 は

$$\phi_2 = \begin{cases} \frac{h}{w} & (0 \leq x \leq R), \\ \cos(\theta - \alpha) \frac{h}{w} & (R \leq x). \end{cases}$$

電柱の見えの大きさ ϕ_2 は距離 x とともに減少する。

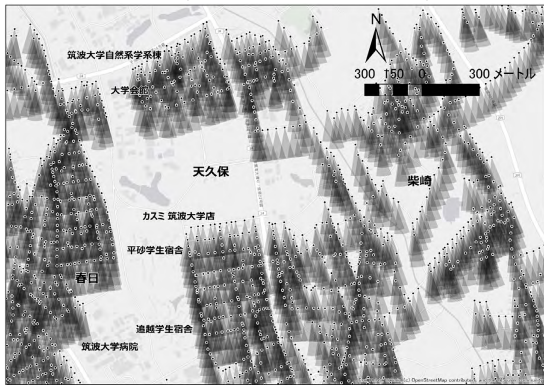
3.3. トレードオフ

電柱が乱立し電線が張り巡らされている車窓景観は好ましくない。従って、電柱の数 ϕ_1 が少なく電柱の見えの高さ ϕ_2 が小さいほうが望ましい。 $w = 2(\text{m})$ 、 $s = 30(\text{m})$ として、山頂から道路への距離

$p = 4, 6, 8(\text{km})$ ごとにこの関係を示すと、図4のようになる。視点場の位置 $x = 5, 15, 25, 35, 45(\text{km})$ に対応するプロットをそれぞれ●で示す。図の左下方向でパレート改善となる。図4から次の3点が読み取れる。第一に、 p を固定すると $R \leq x$ では下に凸のトレードオフ曲線となる。第二に山アテ道路になるほど、両景観指標は悪化する。第三に、 x を固定しても、両者は二律背反の関係になる。



近景 (山頂から 3km 付近)



遠景 (山頂から 13km 付近)

図 1: 筑波山と重なる電柱が高く見える領域

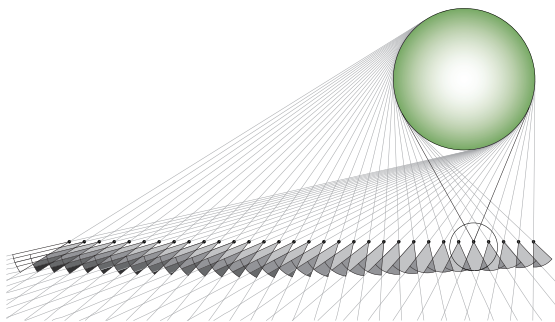


図 2: 一本の道路での扇形領域の重なり

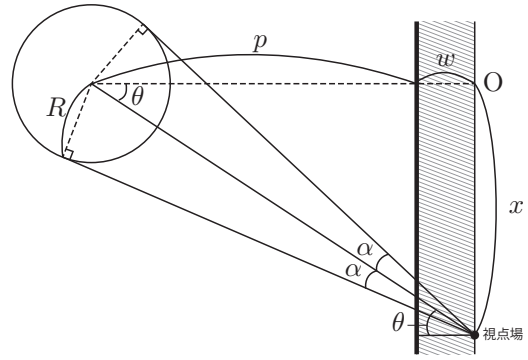


図 3: 山と道路との関係

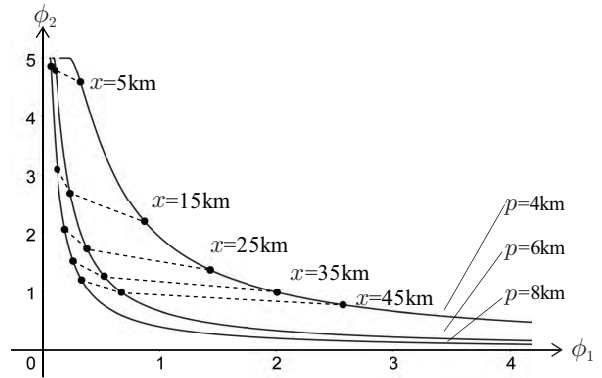


図 4: ϕ_1 と ϕ_2 とのトレードオフ曲線

4. おわりに

本稿では、道路車窓景観から見える沿道電柱と山並みとの重なりに着目し、電柱の本数と電柱の見えの高さとの関係をモデル化した。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「次世代社会システムとモビリティの進化地研究」の一環で実施した。

参考文献

- [1] 鮑星宇, 渡司悠人, 小林隆史, 石井儀光, 大澤義明 (2020): 電柱配置は筑波山への車窓景観に配慮しているのか, OR学会 2020 年春季研究発表会, pp.144-145.
- [2] 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), pp.79-88.
- [3] 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), pp.393-399.
- [4] 篠原修 (2007): 景観用語事典, 彰国社.
- [5] 蓮香文絵, 大澤義明 (2002): 山の見えの大きさと校歌に謳われる山との関係, 都市計画論文集, 7, pp.973-978.
- [6] 高森賢司, 大澤義明, 腰塚武志 (2011): 山アテ道路景観の地域比較分析-筑波山を対象とし Crofton の定理を用いて-, 都市計画論文集, 46(3), pp.379-384.