

無電柱化による地代上昇と便益： 3次元景観の観点から

石郷岡 昇汰¹・河野 達仁²・瀬谷 創^{3,*}

¹ 学生非会員 東北大学大学院 工学研究科 (〒980-0845 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1)

E-mail: shota.ishigooka.q2@dc.tohoku.ac.jp

² 正会員 東北大学大学院教授 情報科学研究科 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区青葉 6-6-06)

E-mail: kono@plan.civil.tohoku.ac.jp

³ 正会員 神戸大学大学院准教授 工学研究科市民工学専攻 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1)

E-mail: hseya@people.kobe-u.ac.jp

*著者順は五十音順に従った

多くの国で電線、電柱の地中化事業が積極的に進められている。本研究では日本において、無電柱化事業によって地価がどの程度上昇するかを評価し、さらに道路幅員と建物の高さが住民の支払意思額(WTP)に与える影響を明らかにした。その結果、道路幅員が広くなり、沿道の建物の高さが高くなると、地価と無電柱化に対する WTP は共に低くなることがわかった。しかし、道路幅員が広い場合は建物の高さに関わらず、WTP の変化は小さい。また、過去の無電柱化事業の費用便益費の平均値は 2.27~2.65 であると推計をした。しかしながら、3~17% の事業の費用便益比が 1 未満であった。

Key Words: *project evaluation, undergrounding utility lines, hedonic approach, road width, building height*

1. はじめに

近年多くの国において、機能のみならず形態や景観を考慮した都市開発が行われている。世界中の多くの地域で都市景観の問題になっているのが、架空の配電線や通信線である。景観の観点に加え、電線に付随する電柱が交通の障害になることも少なくない。多くの国で架空送電線の地中化が積極的に進められている一方、無電柱化率はまだ低いのが現状である。例えば Power distribution in Europe¹⁾によると、ヨーロッパ諸国全体でも無電柱化率は低い(例:フランス 39%、イタリア 33%)。しかし彼らは美しい景観を好み、実際ヨーロッパの大都市では電線や電柱がほとんど撤去されている(例:ロンドン、パリ、ハンブルグでは約 100%)。

ヨーロッパ以外の国でも、無電柱化率が低い都市は多い(例:ワシントン DC 65%、アナハイム 27%、西オーストラリア 17%、ベトナムのホーチンで 17%、ソウル 49%)。その中でも特に日本では、大都市であっても無電柱化率が非常に低い状態が続いている。例えば国土交通省 2020²⁾によると、東京 23 区の地中化率は 8%、大阪では 6%である。

無電柱化が進まない理由の 1 つとして、高い費用をあげることができる。実際、国土交通省による市区町村長に対するアンケート調査(2017年)³⁾によると、196 自治体のうち 186 自治体が、無電柱化の進展を妨げる主な要因は費用であると回答をしている。このように費用が高いため、全ての電柱電線が無電柱化することは現実的でない可能性が高い。したがって、個々の事業に対し、無電柱化の価値があるか否かを議論する必要があるのではないだろうか。

無電柱化の事業評価に関する日本での先行研究として、足立・井上(2011)⁴⁾は大阪の地価データにヘドニックアプローチを適用し、無電柱化によって地価が 17,000 円/m² 上昇することを示している。また、大場(2020)⁵⁾は差分の差分ヘドニックアプローチを用いて、京都において無電柱化地点から 50m 以内で 12.5% (92,000 円/m² に相当)、200m 以内で 7.5% の地価上昇が生じていることを示している。日本国外では、McNair and Abelson(2010)⁶⁾がキャンベラのデータにヘドニックアプローチを適用し、無電柱化によって地価が 2.9% 上昇することを明らかにしている。彼らの地価データと論文中に記載されている平均敷地面積 220 m² を用いると、地価上昇分は 5,600 円

㎡と計算できる。また McNair ら(2011)⁷⁾は仮想評価法を用いて、郊外での無電柱化に 120 万円(=16,000 豪ドル)以上の支払意思を持つ世帯があることを明らかにしている。

これまでの多くのアプローチに従い、本研究ではヘドニックアプローチを採用する。他の手法として、差分の差分法が挙げられる。しかし、これには複数期間のデータが必要であり、現状のデータで適用することは困難である。本論文は日本全国の無電柱化道路のデータを用いて、その便益を評価した初めての論文である。さらに重要なのは、無電柱化事業の価値が、以下のような都市景観に依存することに注目していることである。

本研究では、3 次元的な都市景観が住宅地の地価と住民の支払意思額(以下 WTP)に与える影響を捉える。ここで言う 3 次元都市景観とは、道路の幅員と建物の高さである。無電柱化された道路では、そこを歩く住民は景観の向上を感じる。ここで景観の向上は、無電柱化した際、見える空の広さが広がることによる影響が大きいと考え、そしてその空の広がり具合は道路幅員と建物の高さに依存すると考えた。既往研究の中で、道路幅員や建物の高さが無電柱化の WTP に与える影響を考慮した研究はない。

本研究では、日本の 33 都道府県の住宅地において、2015 年までに埋設された 1,591 路線を特定し、2 つの分析を行う。第一に、道路幅員と建物の高さが無電柱化に対する WTP に与える影響を明らかにする。次に無電柱化事業の費用便益比(B/C)を評価する。

残りの章は以下のように構成される。第 2 章では、地価、便益、WTP の関係を理論的に整理する。第 3 章では実証モデルとデータセットを説明し、第 4 章では推定結果を示す。最後第 5 章は本研究の結論である。

2. ヘドニックアプローチによる無電柱化道路の評価

(1) 地価と WTP の関係

本節では、Pines and Weiss(1976)⁸⁾を用いて、地価、土地改良事業に対する WTP の関係を無電柱化の観点から議論する。Scotchmer(1985)⁹⁾や Roback(1982)¹⁰⁾など多くの論文がこれらの関係を分析しているが、用いられている基本的な理論構造は Pines and Weiss と同じである。

今回 Pines and Weiss(1976)の仮定している単一アメニティに対する連続関数を、アメニティをベクトル $\mathbf{Z} = (z_1, z_2, \dots, z_k)$ と定義することで、様々なアメニティを含むように拡張する。ここで、合成財 x 、地積 h を用いて効用水準を $U(x, h, \mathbf{Z})$ と表すと、自由に移動ができるという仮定の下で式(1)が成り立つ。

$$\frac{\partial U(x, h, \mathbf{Z})}{\partial \mathbf{Z}} \cdot d\mathbf{Z} = 0 \quad (1)$$

なお、 \cdot は内積を表し、 \cdot の前後の変数はベクトルである。

式(1)は消費者が異なるレベルのアメニティ \mathbf{Z} を持つ別の場所に移動しても、同じ効用水準が達成されることを表す。式(1)の全微分と世帯の最適条件 $\frac{\partial U}{\partial h} / \frac{\partial U}{\partial x} = P$ 、予算制約 $w = x + Ph$ の \mathbf{Z} に関する全微分をもとに、以下の式が導かれる。

$$\frac{\partial U / \partial \mathbf{Z}}{\partial U / \partial x} \cdot d\mathbf{Z} = h \frac{\partial P}{\partial \mathbf{Z}} \cdot d\mathbf{Z} = 0 \quad (2)$$

ここで w は賃金、 P は地価を表す。式(2)を導くために、Pines and Weiss では仮定していない $\partial w / \partial \mathbf{Z} = 0$ を仮定している。本研究は住宅地のみを対象としているので、この仮定が一般的に成立すると考えられる。

式(2)はアメニティに対する WTP を捉えることができる。 $\frac{\partial U}{\partial \mathbf{Z}} / \frac{\partial U}{\partial x}$ は合成財の観点から見た、アメニティの増加に対する限界便益を意味する。つまり、これはアメニティに対する WTP は $\partial P / \partial \mathbf{Z}$ と h を掛けることで計算できることを示す。この式は 4 (2) で使用する。

本研究では、効用関数は住民間で同質であると仮定をする。しかし、現実には美しい景色を好む人は無電柱化された地区に住みたいと思うであろう。このような状況を考慮するには、異質な住民の地域間の空間的な住み分けを考慮しなければいけない。しかし第 3 章で示すように、日本では住民の異質性を分析するために十分な無電柱化地点がなく、この住み分けは考慮することができない。金本(1988)¹¹⁾や Rosen(1974)¹²⁾が示すように、住民が異質である場合、市場地価関数は、様々な人々の付け値地価関数の包絡線になる。この場合、我々の分析では、無電柱化の最大値を示す。

ヘドニックアプローチで把握される WTP は、住宅地であっても無電柱化の便益すべてであるとは限らない。例えば、観光客が住宅地で無電柱化された道路の散歩を楽しんでも、その便益は地価に反映されない。このような捉えきれない便益を測定することは、今後の研究課題である。

(2) マンションの考慮

式(2)は、一戸建て住宅に住む世帯当たりの WTP を測定することができる。しかし、土地はマンションで専有されることもある。世帯の WTP は床面積の賃料に直接反映される一方、マンションの場合は複数の世帯が土地を共有しているため、単純に地代に反映されない。意外なことに、ヘドニックアプローチの文脈では、マンションは明示的には考慮されていない。

ここで、床代と地代の関係を探る。まず、Brueckner ら

(2017)¹³や Kono and Joshi (2019)¹⁴で想定しているディベロッパーの行動を設定する。ディベロッパーは、資本と土地を使ってマンションを建設する。床面積を供給する費用関数は $F(S)$ として与えられる。ここで S は資本/土地の比率であり、これは建物の高さを意味する。また $F(S)$ の逆関数を $S(F)$ として定義する。 $S(F)$ は床面積 F を建設するために必要な資本を意味しているゾーン i における完全競争下のディベロッパーの利益は次のように定義される。

$$\Pi^i = F^i R^i - S(F^i) - P^i \quad (3)$$

ここで Π は利益、 R は床代、 P を地代とする。なお資本の価格は1で正規化されている。

ディベロッパーの利益は最大化されるが、完全競争のためゼロになる。すなわち $\Pi^i = 0$ である。地主は彼らの土地を最高額の入札者に貸し出すので、ディベロッパーは以下のように地代を最大化する。

$$\max_{F^i} F^i r^i - S(F^i) \quad (4)$$

一次条件は $r(i) - \partial S / \partial F = 0$ なので、 F^i と $S(F^i)$ は r^i の関数になる。これらを式(4)に代入すると以下の式になる。

$$P^i = F^i R^i - S(F^i) \quad (5)$$

アメニティに対する地価の変化を見るために、式(5)をアメニティ Z に関して微分する。

$$\frac{dP^i}{dZ} = F(r^i) \frac{\partial r^i}{\partial Z} \quad (6)$$

式(6)は F^i が変数であると仮定して得られる。しかし、都市部では容積率規制が一般的である。このような状況で、規制に拘束力があれば、 F^i は規制されたレベルに固定される。このような状況でも、式(5)から直接同じ式が得られる。実際、Bruecknerら(2017)の式(4)は我々の表記で $dP^i/dA = \bar{F} \partial r^i / \partial A$ となり、この拘束力のあるケースを表している。

両辺に h^i を掛け、 F で割り、右辺と左辺を交換すると、次のようになる。

$$h^i \frac{\partial r^i}{\partial Z} = \frac{h^i}{F(r^i)} \frac{\partial P^i}{\partial Z} = \frac{1}{n^i} \frac{\partial P^i}{\partial Z} \quad (7)$$

ここで n^i は世帯密度である。式(7)を式(2)の右辺に適用すると、マンションの場合のWTPを測定する関数は次のようになる。

$$\frac{\partial U / \partial Z}{\partial U / \partial x} \cdot dZ = \frac{1}{n^i} \frac{\partial P^i}{\partial Z} \cdot dZ \quad (8)$$

式(8)は直感的には次のように理解できる。マンショ

ンの場合、複数世帯が土地を共有しているので、地価の上昇は複数世帯のアメニティ向上に対するWTPに関係する。これがマンションの場合に、戸建ての場合の敷地面積 h ではなく、世帯密度 $1/n^i = h$ を用いる理由である。しかしこの式は、建物に1世帯しか住んでいないだからこそ、戸建て住宅に適用できる。

3. データと実証モデル

(1) 実証モデル

ヘドニックモデルの関数形は事前に決定することはできない。ここでは関数型として一般的な線形型(式(9))と両対数型(式(10))、片側Box-Cox型(式(11))の3式を採用する。これら3式に共通しているのが、無電柱化の効果を表す関数 Φ である。

$$P_i = \alpha_0 + \sum_{k=1}^K \alpha_k z_{ik} + \Phi + \varepsilon_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (9)$$

$$\ln(P_i) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^K \alpha_k \ln(z_{ik}) + \Phi + \varepsilon_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (10)$$

$$\frac{P_i^\lambda - 1}{\lambda} = \alpha_0 + \sum_{k=1}^K \alpha_k z_{ik} + \Phi + \varepsilon_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (11)$$

$$\Phi = \delta_{iu}(\beta_u + \sum \beta_w \delta_w + \beta_h \delta_h + \sum \beta_m \delta_m + \sum \beta_p \delta_p) \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (12)$$

ここで、 P_i は立地 i における 1 m^2 あたりの地価、 α_0 は切片、 z_{ik} は立地 i に対する k 番目($k = 1, 2, \dots, K$)の属性、 ε_i は誤差項、 α_k は k 番目の属性の回帰係数、 δ_{iu} は道路上の電柱が無電柱化されているかを表すダミー変数である。 δ_{iw} は道路幅員に関するダミー変数、 δ_{ih} は沿道の建物の高さに関するダミー変数、 δ_{im} は道路幅員と建物の高さの相乗効果に関するダミー変数、 δ_{ip} は都道府県のダミー変数、 $\beta_u, \beta_w, \beta_h, \beta_m, \beta_p$ はそれぞれのダミー変数に対する回帰係数である。なお、式(10)のダミー変数は $\exp(1)$ または $\exp(0)$ をとり、式(9),(11)のダミー変数は1または0をとる。

無電柱化の効果を表す Φ は本研究の目的のために、最も重要な関数である。本論文で「基準」と呼ばれるダミー変数 δ_{iu} は道路幅員と建物の高さの基本的な組み合わせの効果を表す。一般性を損なわないために、道路幅員が狭く、建物の高さが低い組み合わせを基準とした。

道路幅員のダミー変数 δ_{iw} は、道路幅員が狭いか、中程度か、広いかを表している(狭い: 5.5m未満、中程度: 5.5m以上13.0m未満、広い: 13.0m以上)。建物の

高さのダミー変数については、容積率の規制値を用いた。容積率は、敷地面積に対する延床面積の割合と定義される。従って容積率有が大きければ大きいほど、より高い建物を建てることができる。日本の住宅地の容積率は、0.5, 0.6, 0.8, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0 のいずれかが設定される。

本研究では、どの容積率が無電柱化効果を区別する閾値になるかを探る。この扱いについて、容積率規制が実際の建物の高さを完全に表すことができないという主張がすることができ、それは事実である。しかし、実際の建物の高さを表すデータが他にないため、容積率規制の値を使用する。実際日本では、ある情報源が各区画の建物の高さを提供している。しかしその情報は完全ではなく、例えば 2 階建て以下の建物の高さが記載されていない場合等がある。また高さのデータがない区画もある。従って現在、建物の高さと同電柱化の効果を完全に一致させることはできない。

建物の高さのデータが不十分であるのに対し、容積率規制のデータは完全である。後述するように、容積率規制を用いた推定は、明確な結果を示す。これらの明確な結果は、実際の建物の高さが容積率規制を反映していることを示している。実際、容積率の規制値は市場均衡の容積率に従うということがよく言われる。また、本研究のデータ単位は道路であり、道路上の建物の平均の高さのみを使用している。そのため、この設定では建物の高さの景観への影響の推定に大きなバイアスは生じないと言える。

本研究ではさらに、道路幅員と建物の高さの相乗効果をダミー変数 δ_{im} で調べる。また、都道府県ダミー変数 δ_{ip} は対象の道路がどの都道府県にあるかを表す。このダミー変数は、都道府県の特異な性格を考慮することができる。誤差項 ε_i は $N(0, \sigma^2)$ 、すなわち、平均 0、分散 σ^2 の正規分布に従うと仮定する。式(11)の係数 λ は、0 から 1 の間のある値を取り、これは Box-Cox 変換を表している。

式(9)及び(10)の回帰係数は最小二乗法(OLS)で推定する。式(11)の左辺は λ によって非線形であり、尤度関数は必ずしも凹型ではない。したがって、金本ら(1989)¹⁹で説明される方法と同様に、以下のような簡単な方法を取る。まず、 λ を 0 から 1 まで、0.05 刻みで増加させていく。それぞれの λ の値が与えられた後、残りの係数、すなわち、 α_0 と α_k ($k = 1, 2, \dots, K$) を推定するために、尤度関数を最大化する。最後に、最大の尤度を持つ λ を選択する。

(2) 地価データ：路線価

日本の地価情報には、いくつかの種類がある。ヘドニックアプローチに最適なのは、鑑定バイアスのない、市場取引価格を用いることである。しかし、個人情報保護

のため、取引場所や取引価格は公開されていない。さらに、無電柱化地点は地理的にまばらであるため、分析に十分なデータ数を確保することは困難である。

「ヘドニックアプローチ」の文献で最も使われている「公示地価」は、国土交通省の土地鑑定委員会が約 25,000 か所を鑑定し、評価したものである。しかし、分析にはデータ数が少ない。3 つ目のデータは、固定資産税評価のための「固定資産税路線価」で市町村が評価している。このデータは 3 年ごとに鑑定がされ、サンプル数は約 44 万か所だ。最後の「相続税路線価」は相続税や贈与税の評価のために国税庁が評価するもので、サンプル数は約 34 万か所である。

本研究では、「固定資産税路線価」ではなく、「相続税路線価」のデータを使用する。前者は地方自治体が徴収する税金のため、地方自治体が様々な理由で過大、過小評価をするインセンティブが働き、土地評価にバイアスが生じる可能性があるからだ。

路線価のデータは、2 つの交差点間の道路を「道路」と定義しており、都市部ほぼすべての道路で鑑定されているため、ほとんどの無電柱化地点を推定に使用することができる。無電柱化路線のデータベースは 2015 年までのものを使用するので、資産評価システム研究センターから入手した 2015 年の土地評価額を使用する。なお、1994 年以降の評価は、公示地価の 80% の値を出すことを目標にすることが義務付けられているため、推定した WTP を 0.8 で割って調整し、市場価格を導き出す必要がある。

鑑定評価額を利用することへの批判として考えられるのは、鑑定士が無電柱化の経済的価値を考慮していないのではないかということだ。しかし、通常土地の鑑定は、近隣の市場取引を考慮して鑑定される。したがって、鑑定士が直接無電柱化の価値を評価していなくても、その価値は鑑定評価額に反映されている可能性が高い。実際、日本でヘドニックアプローチを採用している研究の多く（堤・瀬谷(2009)¹⁶、矢沢・金本(1992)¹⁷など）が鑑定価格額（公示地価）を用いている。

(3) 対象地と無電柱化道路データ

本研究の分析範囲は日本全国である。2015 年時点におけるマピオン URL の道路の緯度・経度情報を使用すると、住宅地において無電柱化されている路線は、33 都道府県、1,591 本と特定できる。無電柱化されている道路が少ない場合、政治的な理由など特定の理由で無電柱化されている可能性がある。そこで、無電柱化された道路が 20 本以上ある 15 の都道府県を対象に分析を行う。なお 15 都道府県とは、北海道、茨城県、栃木県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、岐阜県、愛知県、三重県、京都府、大阪府、兵庫県、福岡県を指す。

合計で 1,464 本の無電柱化道路が対象になる。

既述のように、本研究では 2 種類の分析を行う。分析 1 では、道路幅員と建物の高さが無電柱化の WTP に与える影響を探る。分析 2 では、無電柱化の費用便益比（以下 B/C）を評価する。分析 1 では、日本の首都圏（埼玉、千葉、東京、神奈川）のデータを使用する。この地域は高い建物が多く、建物の高さの影響を調べることができる。分析 2 では、15 の都道府県を対象にする。

(4) 対象地と無電柱化道路データ

式(9)から(11)の従属変数 P_i は地価(円/㎡)を表す。そして、道路沿いが無電柱化されているか否かのダミー変数を作成する(はい:1, いいえ:0)。道路の一部だけが無電柱化されている場合、その道路は無電柱化された道路とみ

なす。

無電柱化は、空間的な波及効果をもたらす可能性がある。その効果は、景観の向上、交通の流れの改善災害時の安全性向上などだ。景観の観点に関しては、住民は近所を歩くので、無電柱化された道路を楽しむかもしれない。また、交通や災害時の安全性の観点からも、住民は無電柱化された道路を利用する。このような近隣への効果を捉えるために、少なくとも道路の一部が無電柱化道路から 50m 以内にある道路を「周辺道路」と定義する。周辺道路には、無電柱化道路は含まない。

表 1 にて、都道府県別に道路幅員、容積率ごとの道路数に示す。括弧内の数字は無電柱化道路に関する道路数である。

表-1 各県の道路数

都道府県	合計	周辺	道路幅員			容積率規制値							
			広	中	狭	4	3	2	1.5	1	0.8	0.6	0.5
北海道	78,628	210	1,817	21,995	54,816	0	428	46,530	82	2,409	21,453	7,726	0
(	28	-	14	9	5	0	0	6	0	0	22	0	0
茨城	14,826	56	74	2,329	12,423	0	104	8,829	760	2,862	2,271	0	0
(	21	-	0	10	11	0	0	16	2	2	1	0	0
栃木	26,910	169	174	4,419	22,317	0	0	21,736	0	160	2,368	2,646	0
(	38	-	0	25	13	0	0	38	0	0	0	0	0
埼玉	45,987	484	273	7,006	38,708	0	2	31,535	1,630	7,292	5,418	110	0
(	71	-	8	42	21	0	0	52	0	1	0	18	0
千葉	76,292	1,032	564	15,734	59,994	0	90	34,498	8,119	30,814	2,281	490	0
(	218	-	14	113	91	0	14	172	3	26	3	0	0
東京	99,894	968	784	15,474	83,636	906	11,341	35,592	13,653	16,983	20,918	501	0
(	418	-	16	184	218	2	54	214	19	51	72	6	0
神奈川	72,332	350	589	14,056	57,687	98	11	33,269	4,696	10,941	22,796	521	0
(	127	-	7	56	64	0	0	66	2	14	45	0	0
新潟	28,879	295	105	3,901	24,873	0	0	24,578	356	3,003	942	0	0
(	86	-	6	43	37	0	0	80	0	4	2	0	0
岐阜	26,170	92	233	4,465	21,472	0	108	23,885	114	651	1,169	243	0
(	23	-	0	14	9	0	1	22	0	0	0	0	0
愛知	78,954	100	481	13,553	64,920	0	187	57,125	8,400	9,049	3,090	1,103	0
(	27	-	4	13	10	0	0	24	2	1	0	0	0
三重	29,040	116	407	4,997	23,636	0	10	23,225	0	2,940	2,865	0	0
(	26	-	0	23	3	0	0	12	0	0	14	0	0
京都	45,578	573	732	8,682	36,164	0	1,694	30,695	36	2,804	7,866	2,483	0
(	136	-	7	59	70	0	2	75	0	1	34	24	0
大阪	120,646	402	495	16,635	103,516	61	8,542	93,743	3,315	11,131	3,854	0	0
(	74	-	3	37	34	1	14	52	0	7	0	0	0
兵庫	90,548	531	586	13,517	76,445	5	1,012	56,686	7,784	17,772	7,289	0	0
(	106	-	31	36	39	0	3	64	9	30	0	0	0
福岡	33,324	336	521	10,195	22,608	0	79	23,125	2,691	1,281	4,706	1,442	0
(	65	-	11	36	18	0	0	60	0	0	3	2	0
1) 東京 首都圏	294,505	2,834	2,210	52,270	240,025	1,004	11,444	134,894	28,098	66,030	51,413	1,622	0
(	834	-	45	395	394	2	68	504	24	92	120	24	0
2) 合計	868,008	5,714	7,835	156,958	703,215	1,070	23,608	545,051	51,636	120,092	109,286	17,265	0
(	1,464	-	121	700	643	3	88	953	37	137	196	50	0

表-2 地価に関する記述統計

分析1 (単位：1,000円)	幅員				計	
	狭		中&広			
	建物高さ					
	i) 低	ii) 高	iii) 低	iv) 高		
無電柱化道路	平均値	161	188	132	191	178
	中央値	145	160	115	145	145
	サンプル数	175	219	85	355	834
全道路	平均値	153	140	162	155	156
	中央値	130	125	130	130	130
	サンプル数	124,001	116,024	23,162	31,318	294,505
周辺道路	平均値	-	-	-	-	151
	中央値	-	-	-	-	120
	サンプル数					2,834

分析2 (単位：1,000円)	幅員			計	
	狭	中	広		
無電柱化道路	平均値	141	139	98	136
	中央値	115	110	67	105
	サンプル数	643	700	121	1,464
全道路	平均値	101	98	98	101
	中央値	82	81	78	81
	サンプル数	703,215	156,958	7,835	868,008
周辺道路	平均値	-	-	-	114
	中央値	-	-	-	86
	サンプル数				5,714

また、分析 1 と分析 2 の地価に関する記述統計を表 2 に示す。地価データは無電柱化道路を少なくとも 1 本含む市区町村のデータを使用している。さらに、外れ値の影響を排除するために、都道府県ごとに上位 5% と下位 5% を除外した。

次に、説明変数の一覧を表 3 に示す。表 3 には、変数名、説明、年、データソース、予測される正負符号が記載されている。2015 年の地価データを使用しているため、説明変数は可能であれば同じ年、不可能であれば最も近い入手可能な年のものを使用する。説明変数の意味等、説明変数の詳細に関しては、無電柱化に関連する変数に比較して重要度が低いため、紙面の都合上付録に記載する。

最後に、無電柱化事業では道路や歩道の改修、歩道の拡幅、街路樹の拡幅等が並行して行われることが多い。残念ながら無電柱化事業に関するこれらの事業に関する情報を収集することは困難であるため、測定された便益にはこれらの便益も含まれる。

4. 実証分析

(1) パラメーター推定

ここでは、分析 1 と分析 2 の回帰係数を示す。既述の通り、関数形式は 3 種類(線形、両対数、片側 Box-Cox 型)である。なお、片側 Box-Cox 型(式(11))では、すべての推

表-3 説明変数一覧

No.	定義	年度	データソース	予想符号
1	最寄り中心駅までの距離	(m)	2014	-
2	最寄り駅までの距離	(m)	2014	-
3	最寄りバス停までの距離	(m)	2010	-
4	最寄り小学校までの距離	(m)	2013	-
5	最寄り中学校までの距離	(m)	2013	-
6	最寄り病院までの距離	(m)	2014	-
7	最寄り郵便局までの距離	(m)	2013	-
8	最寄り診療所までの距離	(m)	2014	-
9	容積率規制値	(%)	2011	+,-
10	建蔽率規制値	(%)	2011	+,-
11	7つの住居系用途地域に関するダミー変数 (1または0) (i)第一種低層住居専用地域 (ii)第二種低層住居専用地域 (iii)第一種中高層住居専用地域 (iv)第二種中高層住居専用地域 (v)第一種住居地域 (vi)第二種住居地域 (vii)準住居地域		2011	国土数値情報
12	景観地区, 1: 他, 0		2014	+
13	景観重点地区, 1: 他, 1		2014	+
14	ニュータウンの中心から460m以内, 1: 他, 0		2015	+
15	1976年以前に開発されたニュータウンの中心から460m以内, 1: 他, 0		2014	-
16	道路幅員に関するダミー変数, 広, 中, 狭		2015	※ -
17	市区町村に関するダミー変数		2015	- -
18	無電柱化道路, 1: 他, 0		2015	- +
19	無電柱化道路から50m以内, 1: 他, 0		2015	- +
20	無電柱化道路における道路幅員のダミー変数, 広, 1: 狭, 0		2015	※ +
21	無電柱化道路で容積率が2以上, 1: 他, 0		2011	- -
22	無電柱化された道路の都道府県ダミー		2015	- -

※拡張全国デジタル道路データベース標準

定において、尤度を最大化するλの値は 0 と推定される。

つまり式(11)の左辺は、 $\lim_{\lambda \rightarrow 0} (p^\lambda - 1) / \lambda = \ln(p)$ より、

ln(P)になる。以降 Box-Cox 型は片対数型と記述する。

表 4 では、分析 1 に関して、3 つの関数形ごとに、無電柱化に関する回帰係数と P 値を示す。建物の高さに関して、無電柱化の効果を区別する閾値はどの容積率が検討をするために、容積率 3、2、1.5 を閾値と仮定し分析を行った。無電柱化に関連する推定パラメーターは、1) 無電柱化道路と 2) 周辺道路の 2 つに分類される。1) 無電柱化道路とは、無電柱化されている道路に対して推定されるパラメーターである。2) 周辺道路とは、無電柱化道路の周辺道路に対して推定されるパラメーターを意味する。1) 無電柱化道路のパラメーター「基準」は低い建物がある狭い道路のパラメーターを意味する。パラメーター「中・高」及び「高」は、道路幅員が中、広、及び建物の高さが高い無電柱化道路のパラメーターを意味する。パラメーター「中・高・高」は道路幅員と建物の高さの

表-4 無電柱化に関する回帰係数 (分析 1)

線形 変数	閾値 3		閾値 2		閾値 1.5	
	係数	P値	係数	P値	係数	P値
切片	144831	0 ***	144819	0 ***	144848	0 ***
1) 無電柱化 道路						
基準	28526	6.71E-28 ***	33459	8.13E-31 ***	30345	5.99E-25 ***
中・広	-8248	3.44E-05 ***	-20849	9.08E-09 ***	-19126	5.25E-07 ***
高	-11732	6.78E-02	-10907	1.14E-04 ***	-3571	2.12E-01
中・広・高	16458	2.92E-02 **	20192	2.68E-06 ***	15490	4.67E-04 ***
2) 周辺道路	5558	8.03E-27 ***	5557	8.20E-27 ***	5556	8.29E-27 ***
サンプル数	294,504					
決定係数	0.929					
P value of F-Statistic	< 2.20E-16					

片対数 変数	閾値 3		閾値 2		閾値 1.5	
	係数	P値	係数	P値	係数	P値
切片	11.92	0 ***	11.92	0 ***	11.92	0 ***
1) 無電柱化 道路						
基準	0.2032	2.03E-80 ***	0.2320	2.58E-57 ***	0.2173	6.32E-48 ***
中・広	-0.0760	4.02E-10 ***	-0.1130	3.05E-07 ***	-0.1051	5.69E-06 ***
高	-0.0614	1.19E-01	-0.0515	2.53E-03 **	-0.0251	1.46E-01
中・広・高	0.0466	3.14E-01	0.0627	1.70E-02 *	0.0433	1.08E-01
2) 周辺道路	0.0590	7.94E-77 ***	0.0590	8.83E-77 ***	0.0590	8.39E-77 ***
サンプル数	294,504					
決定係数	0.932					
P value of F-Statistic	< 2.20E-16					

両対数 変数	閾値 3		閾値 2		閾値 1.5	
	係数	P値	係数	P値	係数	P値
切片	15.10	0 ***	15.10	0 ***	15.10	0 ***
1) 無電柱化 道路						
基準	0.1213	3.33E-18 ***	0.1212	2.35E-13 ***	0.1041	6.95E-10 ***
中・広	-0.0382	2.00E-03 **	-0.0681	2.43E-03 **	-0.0581	1.37E-02 *
高	-0.0456	2.54E-01	0.0052	7.67E-01	0.0380	3.18E-02 *
中・広・高	0.0245	6.02E-01	0.0351	1.88E-01	0.0136	6.20E-01
2) 周辺道路	0.0632	3.73E-85 ***	0.0632	3.93E-85 ***	0.0632	3.99E-85 ***
サンプル数	294,504					
決定係数	0.930					
P value of F-Statistic	< 2.20E-16					

* 5%以下, ** 1%以下, *** 0.1%以下

相乗効果を捉えている。したがって、パラメーターの組み合わせによって、どのような道路でも地価の変化を表すことができる。

都道府県のダミー変数に関しては、P 値が 0.05 以上になる回帰結果を選択する。この際、バックワード・ステップワイズ法を採用した。なお、ほかの説明変数の回帰係数は分析に不要のため、付録に記載する。

分析 1 において、以下の理由から容積率の閾値 2、関数型を片対数とした回帰結果を採用する。閾値については、閾値を 2 にした回帰結果において、建物の高さのダミー変数 (高) の P 値が他の閾値 3 と 1.5 よりも低く、さらに 0.05 以下になっている。関数型については、建物の高さのダミー変数の P 値から判断して両対数型は信頼できない。Box-Cox 型(式(11))は、λ の値により、線形型と片対数型を表すことができる。今回 λ の値は 0 (片対

表-5 無電柱化に関する回帰係数 (分析 1)

変数	線形		片対数		両対数	
	係数	P値	係数	P値	係数	P値
切片	63560	0 ***	11.01	0 ***	13.61	0 ***
1) 無電柱化 道路						
基準	17343	2.23E-38 ***	0.1964	4.68E-79 ***	0.0896	2.77E-15 ***
中	-2561	2.57E-02 *	-0.0603	4.25E-09 ***	-0.0524	4.52E-07 ***
広	-7678	4.60E-04 ***	-0.1144	2.01E-09 ***	-0.1125	6.66E-09 ***
2) 周辺道路	8184	1.39E-184 ***	0.0892	8.04E-276 ***	0.0865	1.36E-253 ***
サンプル数	868,007		868,007		868,007	
決定係数	0.931		0.937		0.936	
P value of F-Statistic	< 2.20E-16		2.20E-16		2.20E-16	

表-6 推定された WTP に関するデータ

	道路幅員			
	狭		広	
	建物の高さ			
	i) 低	ii) 高	iii) 低	iv) 高
1) 回帰係数	0.232	0.181	0.119	0.130
2) 平均建築面積 (m ² /世帯)	59	55	64	58
3) 平均地価 (1,000円)	118	124	125	131
4) 地価上昇額 (1,000円/m ²)	27	22	15	17
5) WTP (1,000円)	1,614	1,225	958	997

数型) と推定されたので、片対数型の結果を採用する。次に表 5 に分析 2 のすべての関数型における無電柱化に関連する回帰係数と P 値を示す。1) 無電柱化道路のパラメーター「基準」は幅員が狭い道路のパラメーターを意味する。パラメーター「中」及び「広」は、幅員中、及び幅員広の道路における無電柱化に関するパラメーターを意味する。無電柱化の費用便益比 (B/C) を評価する分析では、すべての変数、すべての関数型の P 値が低いため、すべての関数型の係数を使用する。

(2) 分析

a) 分析 1 : 道路幅員と建物の高さの影響を探る

無電柱化に対する WTP は、無電柱化に伴う地価の上昇額と、平均的な宅地面積で算出することができる。家の前の道路や近隣道路の無電柱化による地価上昇分 $\Delta P = dP/dz_{ix}$ は、以下に示すように、関数ごとに算出される。

$$\Delta P = \alpha_x \quad (\text{線形}) \quad (13)$$

$$\Delta P = (e^{\alpha_x} - 1)P^*/e^{\alpha_x} \quad (\text{片対数型及び両対数型}) \quad (14)$$

無電柱化事業の WTP の推定値は、表 6 の i), ii), iii), iv) で示される 4 つのカテゴリーにまとめる。なお、値はすでに 0.8 で割っている。この 4 つのカテゴリーは、道路幅員と建物の高さの組み合わせによって分類した。WTP は式 (8) より、地価上昇分に敷地面積を乗じて算出できる。つまり、WTP は地価と敷地面積に依存する。しかしここでは、データの都合上、敷地面積ではなく建

築面積を使って WTP を算出している。敷地面積には庭等、建築面積以外の部分も含まれるため、表 6 に示される WTP の正確な値は増加してしまう。地価、建築面積のデータに関しては、各カテゴリーに分類された道路沿いのデータの中央値を用いた。また、東京の県ダミーの P 値が有意であるため、東京の WTP を計算する際には、この係数を追加で使用する必要がある。今回の分析では、無電柱化に対する WTP の決定要因を明らかにすることを目的とするため、埼玉、千葉、神奈川の WTP にのみ着目する。東京における WTP は、この 3 県の WTP にいくつかの値を加えるだけで算出できる。

表 6 と図 1 の結果から得られる主な性質をプロパティ 1 として以下にまとめる。

プロパティ 1.

- (1) 道路幅員が狭くなるほど、WTP は高くなる。
- (2) 建物の高さが低いほど、WTP は高くなる。
- (3) 道路幅員が広い場合、建物の高さが高くても低くても WTP は変わらない。

これらの性質は、無電柱化した場合の空の見え方の広がりによって依存していると推測する。空の可視範囲が広がるイメージを図 2 に示す。実線は電柱がない場合の空が見える範囲、破線は電柱がある場合の空の見える範囲を示している。

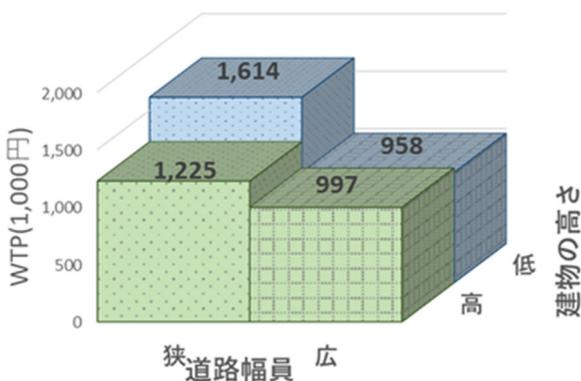


図-1 各条件の WTP

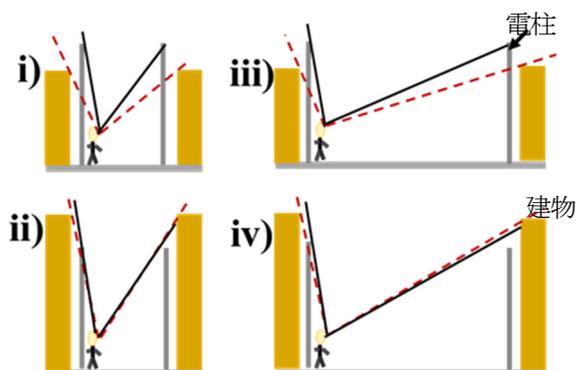


図-2 各条件の空の広がりイメージ

プロパティ 1 (1) に関して、図 2 に示すように、幅員が狭い道路の空の広がり、無電柱化によって広がる。一方幅員が広い道路の場合、無電柱化をしても空の広がりには変化しない。

プロパティ 1 (2) に関して、無電柱化された道路沿道の建物の高さが低い場合、高い建物の場合に比べて空の広がりが大きくなる。また、無電柱化をすることで、部屋が電線の下にある住民は、住宅の窓からの眺めが格段に良くなる。一方部屋が電線の上にある場合眺めは変わらず、建物の住民の観点からも解釈ができる。

プロパティ 1 (3) に関して、幅員が広い場合、もともと見える空は広く、建物が高くても低くても見える空の広さは変化しない。そのため、WTP は建物の高さによって変化しない。

最後に、キャンベラのデータを用いた McNair and Abelson (2010)⁶⁾ の推定値と本研究の推定値を比較する。彼らの推定値では、1 世帯当たりのストック価値は 12,350 ドル (=130 万円 : 2014 年の平均為替レート 106 円/ドル) である。本研究の試算では、道路幅員と建物の高さに応じて、約 161, 123, 96, 100 万円になる。これらの値は McNair and Abelson の推定値と非常によく似ていると言える。しかし、本研究では WTP を計算する際、敷地面積の代わりに建築面積を使用している。敷地面積のほうが建築面積よりも大きいので、推定値は過小評価になっている。またオーストラリアでは、視野の中で電線が占める割合は、日本よりもはるかに少ないはずである。これらの条件を考慮すると、世帯当たりの WTP は特に幅員が広く、建物が低い道路の場合の推定において類似している。また、京都の無電柱化事業を対象とした大場 (2020)⁹⁾ とも比較ができる。京都が分析対象地に含まれている分析 2 の係数を見ると、京都の地価上昇率は道路幅員に応じて 14~25% と計算ができる。大場 (2020) では上昇率が 21.9% であるため、我々の推定値と近いと言える。

b) 分析 2 : 費用便益比 (B/C) の評価

本項では、道路幅員の影響を考慮して、無電柱化をした各道路における費用便益比を評価する。各道路の地価上昇分は、式 (13)、(14) より算出できる。また、道路延長のデータがあるため、2015 年以前に無電柱化された各道路について、地価上昇分に道路延長を乗じることで、便益を評価することができる。

無電柱化便益を評価するために、以下の理由から無電柱化によって直接影響を受ける範囲を、無電柱化道路から両側 15m と定義した。無電柱化の影響を直接受ける範囲は、道路に面した土地である。分析対象地域の住宅地における敷地面積の平均値は、230m² である。仮に土地が正方形だとすると土地の 1 辺の長さは 15m である。

無電柱化による周辺の影響範囲については、上記で定

義した直接影響を受ける範囲の端（すなわち無電柱化道路から 15m）から 35m とした。無電柱化周辺のダミー変数は、少なくとも一部が無電柱化された道路から 50m 以内に位置する道路を表すためである。

式(14)に示すように、片対数型、両対数型の関数型では、地価上昇額分を算出するために地価が必要である。無電柱化から直接影響を受ける範囲は、無電柱化道路の地価を用いる。無電柱化周辺の道路は、各無電柱化道路に対する、周辺道路の長さとの加重平均を用いる。係数は、表 5 に示した回帰係数を用いて便益を算出する。また、費用は国土交通省の値を基準に 53 万円/m と仮定する。

図 3 に、関数別の B/C のヒストグラムを示す。B/C の平均値は、関数型に応じて 2.27-2.65 と計算される。これは、これまでの無電柱化事業がで全体的に効率的であったことを意味している。しかし、図 2 に示すように、B/C は広い範囲の値をとる。B/C が高い道路もあるが、関数型によっては 1 未満の道路が 3-17%ある。これは本来無電柱化をするべきではない道路で、無電柱化事業がなされたことを意味している。特に幅員が広い道路の場合、無電柱化事業の B/C が平均値よりも低くなる可能性が高い。

(3) 推定されたパラメーターのバイアスの可能性

ここでは、推定された係数にバイアスがある可能性のすべてを説明することはできないが、逆の因果について考察する。無電柱化における逆の因果は、地価の高い所で無電柱化が行われているということである。つまり、環境が良いからこそ、住民は無電柱化を望んでいるかもしれない。しかし、ヘドニックアプローチで便益を測定する限り、この逆の因果は問題にならない。無電柱化の理由に関わらず、ある場所で無電柱化がされると、その場所周辺の地価が上がる。地価の向上は、関連する説明変数を適切にコントロールしていれば、地価関数で捉えることができる。この点がヘドニックアプローチの利点である。

5. 結論

本研究では、日本における無電柱化による地価の上昇を評価し、それに対する住民の WTP が道路幅員と建物の高さに依存することを明らかにした。その結果、道路幅員が広く、建物の高さが高いほど、地価も WTP も低くなるのが分かった。しかし、道路幅員が広い場合には、WTP は建物の高さに依存しない。これらの結果は、無電柱化政策のガイドラインを作成する際に利用できる。

無電柱化事業の費用便益比の平均値は、関数型によって 2.27-2.65 の値になった。つまり、これまでの無電柱化

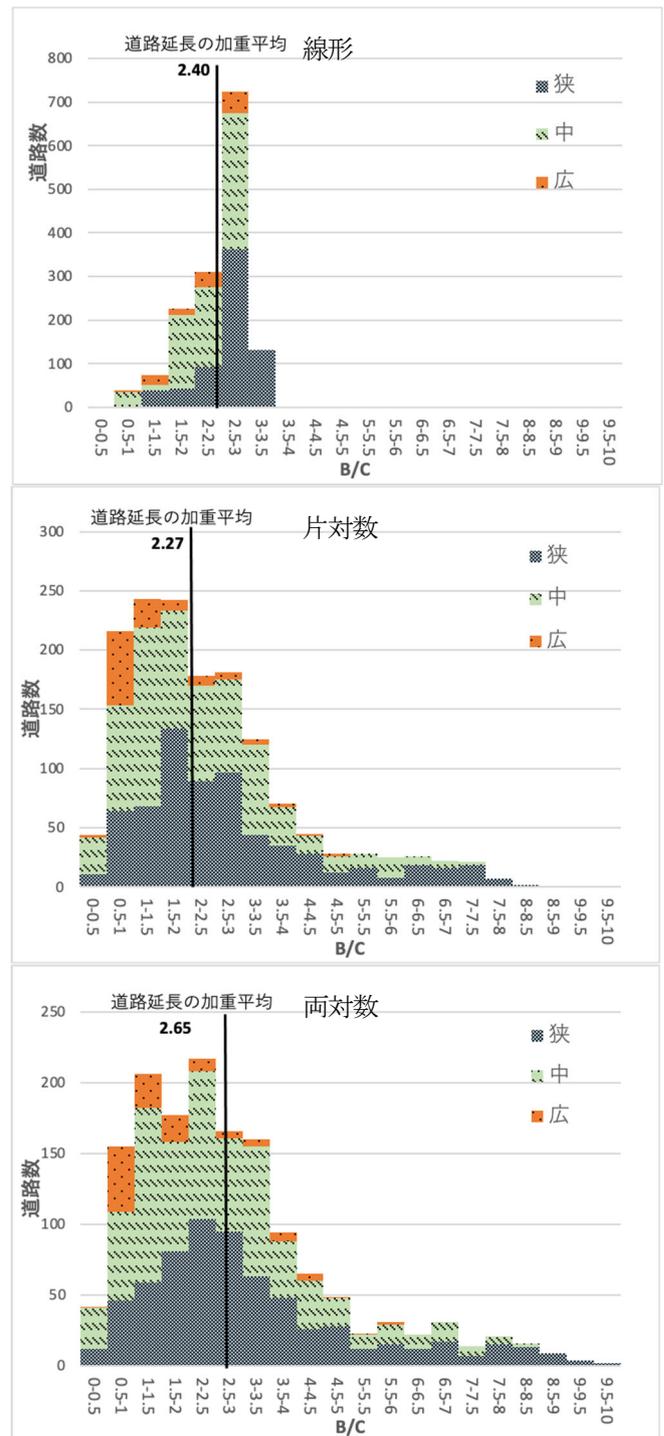


図-3 角関数型における B/C のヒストグラム

事業は、全体として効率的であった。しかし各事業の B/C を見ると、B/C が高い道路も一方、B/C が 1 未満の道路も 3-17%ある。このことから、今後の無電柱化事業では、費用対効果の分析を行う必要があると示唆される。

付録

(1) 説明変数の記述統計

以下に説明変数の詳細として、表 3 に示した説明変数の意味と予想される符号を説明する。各段落の括弧内の

数字は、表 3 の最初の列の数字に対応している。関連性の高い説明変数は一緒に説明する。

(1)-(8) 説明変数として、最寄りの中心駅、駅、バス停、小学校、中学校、病院、郵便局、診療所までのユークリッド距離を用いる。これらの符号は、負であると予想する。主要駅は、乗客数や新幹線駅との接続性の観点から、15 都道府県について札幌、仙台、水戸、宇都宮、大宮、千葉、東京、横浜、新潟、岐阜、名古屋、津、京都、大阪、三宮、博多を選択した。

(9), (10) 説明変数として、容積率規制値と建坪率規制値を用いる。容積率規制値が高ければ、土地所有者は高い建物を建設可能なため、土地価格は上昇する。一方周囲の建物が高くなることで日当たりが悪くなるといった負の側面もある。建坪率に関しては、建坪率が高いと、土地所有者は大きな建物を建設可能なため、地価が上昇し得る。一方大きな建物が立っている地域は、景観的に好ましくないこともある。従って、容積率規制値と建坪率規制値の符号は、正負どちらも取り得る。

(11) 説明変数として、用途地域の種類を用いる。土地利用制限の違いによる影響の異質性を考慮して、住居系の用途地域 7 種類を考える。

(12), (13) 良好な景観は地価を向上させるので、景観地区と、景観計画地区をダミー変数とする。景観地区は、美しい景観を守るために建物の高層やデザインに制限がかかる。景観地区の中にある景観重点地区は、特別な景観を持っており、特に保護すべき地区である。

(14), (15) 新しく開発された住宅地は、良好な環境を提供できるため、地価が高くなる傾向がある。一方古くから開発されてきた地域は、高齢者の比率が高く、空き家等負の影響があるのが一般的である。これらの影響を考慮して、新規開発のニュータウンと旧開発のニュータウンのダミー変数を設定する。ここでは、1976 年以前に開発された地域を「旧ニュータウン」、1976 年以降に開発された地域を「新規開発ニュータウン」と定義する。しかし、ニュータウンの規模を正確に把握することは困難であるため、日本の規制住宅地の中央値が 67ha であることから、ニュータウンは全て半径 460m であると仮定をした。この半径の円は 67ha の面積を持つ。

(16) 説明変数として、道路幅員のダミー変数を用いる。幅員が狭い(5.5m 未満)、中程度(5.5~13m)、広い(13m 以上)のいずれかであると定義している。

(17) 他の説明変数では説明できない、自治体固有の影響を考慮するために、市区町村のダミー変数を用いる。

(18), (19), (20), (21), (22) 無電柱化道路に関する説明変数として、道路上の電柱が無電柱化されているか、無電柱化された道路の周辺にあるか、道路幅員がどの程度か、容積率が 2 以上であるか、どこの都道府県かのダミー変数を用いる。これらは、3 章 1 節で詳細を説明した。

次に各分析における記述統計をまとめる。全道路、無電柱化道路ごとに連続変数、ダミー変数を表 7 から表 14 に示す。

表-7 分析 1 に関する連続変数の記述統計 (すべての道路)

変数	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
最寄り中心駅までの距離 (m)	1,230	12,663	20,390	19,415	23,899	53,033
最寄り駅までの距離 (m)	8	390	646	915	1,034	5,511
最寄りバス停までの距離 (m)	0	27	105	146	209	900
最寄り小学校までの距離 (m)	7	210	375	436	621	1,403
最寄り中学校までの距離 (m)	22	281	475	584	823	2,011
最寄り病院までの距離 (m)	1	85	163	22	317	958
最寄り郵便局までの距離 (m)	12	246	420	576	757	2,876
最寄り診療所までの距離 (m)	1	88	168	224	319	958
建蔽率規制値 (%)	30	50	60	55	60	80

表-8 分析 1 に関する連続変数の記述統計 (無電柱化道路)

変数	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
最寄り中心駅までの距離 (m)	207	11,094	15,824	17,048	21,849	69,414
最寄り駅までの距離 (m)	1	478	787	930	1,213	6,373
最寄りバス停までの距離 (m)	0	83	148	176	236	1,694
最寄り小学校までの距離 (m)	1	258	403	437	575	2,427
最寄り中学校までの距離 (m)	1	376	589	639	848	3,603
最寄り病院までの距離 (m)	0	109	200	235	322	3,837
最寄り郵便局までの距離 (m)	0	269	417	459	600	2,993
最寄り診療所までの距離 (m)	0	112	206	242	333	3,837
建蔽率規制値 (%)	30	50	60	58	60	80

表-9 分析 1 に関するダミー変数の記述統計 (すべての道路)

変数	No (0)	Yes (1)
景観地区	7,045	287,460
景観重点地区	281,961	12,544
7つの住居系用途地域に関するダミー変数		
(i) 第一種低層住居専用地域	161,942	132,563
(ii) 第二種低層住居専用地域	290,878	3,627
(iii) 第一種中高層住居専用地域	231,843	62,662
(iv) 第二種中高層住居専用地域	283,732	10,773
(v) 第一種住居地域	225,920	68,585
(vi) 第二種住居地域	283,602	10,903
(vii) 準住居地域	289,113	5,392
ニュータウンの中心点から460m以内	260,352	34,153
1976年以前に開発されたニュータウンの中心点から460m以内	271,100	23,405

表-10 分析 1 に関するダミー変数の記述統計 (無電柱化道路)

変数	No (0)	Yes (1)
景観地区	72	762
景観重点地区	640	194
7つの住居系用途地域に関するダミー変数		
(i) 第一種低層住居専用地域	614	220
(ii) 第二種低層住居専用地域	823	11
(iii) 第一種中高層住居専用地域	661	173
(iv) 第二種中高層住居専用地域	789	45
(v) 第一種住居地域	636	198
(vi) 第二種住居地域	737	97
(vii) 準住居地域	744	90
ニュータウンの中心点から460m以内	640	194
1976年以前に開発されたニュータウンの中心点から460m以内	755	79

表-11 分析 2 に関する連続変数の記述統計 (すべての道路)

変数	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
最寄り中心駅までの距離 (m)	20	9,089	15,218	22,582	24,924	251,781
最寄り駅までの距離 (m)	0	494	833	1,057	1,353	33,116
最寄りバス停までの距離 (m)	0	93	162	209	257	5,556
最寄り小学校までの距離 (m)	1	276	432	476	624	5,815
最寄り中学校までの距離 (m)	1	412	648	713	937	5,926
最寄り病院までの距離 (m)	0	236	505	700	970	10,188
最寄り郵便局までの距離 (m)	0	264	415	466	610	2,993
最寄り診療所までの距離 (m)	0	114	209	251	340	3,836
建蔽率規制値 (%)	30	50	60	57	60	80

表-12 分析 2 に関するダミー変数の記述統計 (すべての道路)

変数	No (0)	Yes (1)
景観地区	197,990	670,018
景観重点地区	848,822	19,186
7つの住居系用途地域に関するダミー変数		
(i) 第一種低層住居専用地域	606,013	261,995
(ii) 第二種低層住居専用地域	857,403	10,605
(iii) 第一種中高層住居専用地域	694,383	173,625
(iv) 第二種中高層住居専用地域	790,493	77,515
(v) 第一種住居地域	595,518	272,490
(vi) 第二種住居地域	816,134	51,874
(vii) 準住居地域	848,104	19,904
ニュータウンの中心点から460m以内	812,620	55,388
1976年以前に開発されたニュータウンの中心から460m以内	815,269	52,739

表-13 分析 2 に関する連続変数の記述統計 (無電柱化道路)

変数	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
最寄り中心駅までの距離 (m)	901	10,352	19,249	19,841	23,933	12,369
最寄り駅までの距離 (m)	8	429	769	1,064	1,273	7,426
最寄りバス停までの距離 (m)	0	27	98	139	199	1,225
最寄り小学校までの距離 (m)	7	220	398	445	630	1,502
最寄り中学校までの距離 (m)	21	331	601	660	925	2,011
最寄り病院までの距離 (m)	1	133	319	578	760	4,141
最寄り郵便局までの距離 (m)	8	238	430	562	741	2,876
最寄り診療所までの距離 (m)	1	83	167	226	317	1,224
建蔽率規制値 (%)	30	50	60	56	60	80

表-14 分析 2 に関するダミー変数の記述統計 (無電柱化道路)

変数	No (0)	Yes (1)
景観地区	307	1,157
景観重点地区	1,230	234
7つの住居系用途地域に関するダミー変数	1,136	328
(i) 第一種低層住居専用地域	1,136	328
(ii) 第二種低層住居専用地域	1,412	52
(iii) 第一種中高層住居専用地域	1,225	239
(iv) 第二種中高層住居専用地域	1,385	79
(v) 第一種住居地域	1,072	392
(vi) 第二種住居地域	1,255	209
(vii) 準住居地域	1,299	165
ニュータウンの中心点から460m以内	1,169	295
1976年以前に開発されたニュータウンの中心から460m以内	1,373	91

(2) 説明変数の記述統計

分析 1 と分析 2 における説明変数の回帰係数を示す。
分析 1 では、閾値によらず、回帰係数はほとんど同じであるため、閾値 2 の結果のみを示す。

表-15 分析 1 の回帰係数

変数	線形		片対数		両対数	
	回帰係数	P値	回帰係数	P値	回帰係数	P値
切片	144819	0.00.E+00 ***	11.92	0.00.E+00 ***	1.51.E+01	0.00.E+00 ***
最寄り中心駅までの距離	-3	0.00.E+00 ***	-1.91E-05	0.00.E+00 ***	-2.80.E-01	0.00.E+00 ***
最寄り駅までの距離	-18	0.00.E+00 ***	-1.36.E-04	0.00.E+00 ***	-1.07.E-01	0.00.E+00 ***
最寄りバス停までの距離	-5	4.34.E-35 ***	-5.48E-06	2.52.E-02 *	-1.08.E-03	4.46.E-04 ***
最寄り小学校までの距離	-2	1.26.E-11 ***	-3.12E-05	2.63.E-106 ***	-1.62.E-02	1.74.E-212 ***
最寄り中学校までの距離	-3	2.37.E-92 ***	-3.10E-05	4.27.E-220 ***	-1.91.E-02	4.25.E-295 ***
最寄り病院までの距離	-12	1.65.E-21 ***	-9.99E-05	1.21.E-40 ***	-1.50.E-02	1.06.E-16 ***
最寄り郵便局までの距離	-6	1.02.E-175 ***	-5.70E-05	0.00.E+00 ***	-1.59.E-02	1.08.E-229 ***
最寄り診療所までの距離	-10	5.49.E-17 ***	-1.04.E-04	3.04.E-46 ***	-1.63.E-02	1.08.E-19 ***
建坪率規制値	-184	3.70.E-36 ***	-1.62E-03	3.29.E-72 ***	-1.03.E-01	9.81.E-87 ***
容積率規制値	146	0.00.E+00 ***	4.95.E-04	3.31.E-263 ***	7.99.E-02	8.88.E-200 ***
(i) 第一種低層住居専用地域						
(ii) 第二種低層住居専用地域	-7912	5.92.E-60 ***	-3.86.E-03	1.94.E-01	-7.31.E-03	1.59.E-02 *
(iii) 第一種中高層住居専用地域	-8035	2.57.E-273 ***	1.31.E-03	3.46.E-01	-6.02.E-03	7.90.E-05 ***
(iv) 第二種中高層住居専用地域	-5219	1.20.E-53 ***	2.16.E-02	2.01.E-25 ***	1.29.E-02	2.93.E-09 ***
(v) 第一種住居地域	-9497	7.08.E-306 ***	-7.41.E-03	1.91.E-06 ***	-1.65.E-02	1.19.E-22 ***
(vi) 第二種住居地域	-4224	1.43.E-32 ***	4.67.E-02	5.42.E-102 ***	4.12.E-02	3.41.E-72 ***
(vii) 準住居地域	-7915	3.95.E-69 ***	1.03.E-02	1.80.E-04 ***	8.35.E-03	3.65.E-03 **
新規開発ニュータウン	8516	1.45.E-198 ***	6.92.E-02	0.00.E+00 ***	4.57.E-02	1.15.E-148 ***
旧ニュータウン	-5376	1.45.E-59 ***	-3.75.E-02	1.91.E-76 ***	-1.18.E-02	8.70.E-09 ***
景観地区	-2184	4.64.E-01	4.64.E-03	8.00.E-01	7.24.E-04	9.69.E-01
景観重点地区	-5876	2.59.E-99 ***	1.08.E-03	5.23.E-01	-1.99.E-03	2.49.E-01
道路幅員：狭	-	-	-	-	-	-
道路幅員：中	6248	0.00.E+00 ***	4.11.E-02	0.00.E+00 ***	3.96.E-02	0.00.E+00 ***
道路幅員：広	15487	1.13.E-153 ***	1.02.E-01	3.70.E-176 ***	9.89.E-02	1.11.E-159 ***
無電柱化道路	33459	8.13.E-31 ***	0.2320	2.58.E-57 ***	0.1212	2.35.E-13 ***
周辺道路	5557	8.20.E-27 ***	0.0590	8.83.E-77 ***	0.0632	3.93.E-85 ***
道路幅員：広	-20849	9.08.E-09 ***	-0.1130	3.05.E-07 ***	-0.0681	2.43.E-03 **
建物の高さ：高	-10907	1.14.E-04 ***	-0.0515	2.53.E-03 **	0.0052	7.67.E-01
幅員：広・建物の高さ：	20192	2.68.E-06 ***	0.0627	1.70.E-02 *	0.0351	1.88.E-01
埼玉県ダミー	-10076	1.38.E-02 *	-	-	-	-
千葉県ダミー	-17947	8.63.E-09 ***	-	-	0.0488	4.17.E-03 **
東京都ダミー	-6833	1.40.E-02 *	-0.1281	9.64.E-28 ***	-0.0699	2.29.E-06 ***
神奈川県ダミー	-	-	-	-	-	-
サンプル数	294,504		294,504		294,504	
決定係数	0.932		0.932		0.930	
P value of F-Statistic	2,20.E-16		2,20.E-16		2,20.E-16	

* 5%以下, ** 1%以下, *** 0.1%以下

表-16 分析2の回帰係数

変数	線形		片対数		両対数	
	回帰係数	P値	回帰係数	P値	回帰係数	P値
切片	63560	0.00.E+00 ***	1.10.E+01	0.00.E+00 ***	1.36.E+01	0.00.E+00 ***
最寄り中心駅までの距離	-2	0.00.E+00 ***	-2.01.E-05	0.00.E+00 ***	-2.44.E-01	0.00.E+00 ***
最寄り駅までの距離	-7	0.00.E+00 ***	-8.19.E-05	0.00.E+00 ***	-7.66.E-02	0.00.E+00 ***
最寄りバス停までの距離	-2	4.37.E-71 ***	-3.75.E-05	2.77.E-234 ***	-6.59.E-03	4.78.E-226 ***
最寄り小学校までの距離	-2	2.89.E-61 ***	-4.09.E-05	0.00.E+00 ***	-2.12.E-02	0.00.E+00 ***
最寄り中学校までの距離	-3	0.00.E+00 ***	-3.73.E-05	0.00.E+00 ***	-2.65.E-02	0.00.E+00 ***
最寄り病院までの距離	-1	1.16.E-177 ***	-3.65.E-05	0.00.E+00 ***	-1.79.E-02	0.00.E+00 ***
最寄り郵便局までの距離	-5	0.00.E+00 ***	-5.39.E-05	0.00.E+00 ***	-1.67.E-02	0.00.E+00 ***
最寄り診療所までの距離	-18	0.00.E+00 ***	-2.29.E-04	0.00.E+00 ***	-4.00.E-02	0.00.E+00 ***
建坪率規制値	38	6.38.E-08 ***	1.63.E-03	3.58.E-152 ***	7.83.E-02	6.01.E-105 ***
容積率規制値	87	0.00.E+00 ***	2.33.E-04	7.90.E-99 ***	3.28.E-02	9.08.E-64 ***
(i)第一種低層住居専用地域						
(ii)第二種低層住居専用地域	-2274	1.10.E-25 ***	-1.54.E-03	4.26.E-01	-9.50.E-03	1.22.E-06 ***
(iii)第一種中高層住居専用地域	-7465	0.00.E+00 ***	-3.13.E-02	4.57.E-164 ***	-2.72.E-02	3.82.E-105 ***
(iv)第二種中高層住居専用地域	-6954	0.00.E+00 ***	-8.65.E-03	6.66.E-11 ***	-4.54.E-03	1.64.E-03 **
(v)第一種住居地域	-10087	0.00.E+00 ***	-5.52.E-02	0.00.E+00 ***	-5.55.E-02	0.00.E+00 ***
(vi)第二種住居地域	-5788	1.30.E-261 ***	1.53.E-02	1.02.E-24 ***	6.50.E-03	3.84.E-05 ***
(vii)準住居地域	-8090	0.00.E+00 ***	-2.08.E-03	2.62.E-01	3.19.E-03	9.89.E-02
新規開発ニュータウン	2994	4.84.E-169 ***	3.65.E-02	0.00.E+00 ***	2.94.E-02	1.99.E-201 ***
旧ニュータウン	414	1.29.E-04 ***	1.39.E-02	2.05.E-47 ***	1.94.E-02	3.38.E-88 ***
景観地区	4775	6.38.E-40 ***	4.09.E-02	4.27.E-37 ***	3.59.E-02	2.65.E-28 ***
景観重点地区	-6440	8.38.E-298 ***	-1.18.E-02	2.45.E-14 ***	-1.34.E-02	1.35.E-17 ***
道路幅員：狭	-	-	-	-	-	-
道路幅員：中	5310	0.00.E+00 ***	5.61.E-02	0.00.E+00 ***	5.21.E-02	0.00.E+00 ***
道路幅員：広	11671	0.00.E+00 ***	1.38.E-01	0.00.E+00 ***	1.33.E-01	0.00.E+00 ***
無電柱化道路	17343	2.23.E-38 ***	1.96.E-01	4.68.E-79 ***	8.96.E-02	2.77.E-15 ***
周辺道路	8184	1.39.E-184 ***	8.92.E-02	8.04.E-276 ***	8.65.E-02	1.36.E-253 ***
道路幅員：中	-2561	2.57.E-02 *	-6.03.E-02	4.25.E-09 ***	-5.24.E-02	4.52.E-07 ***
道路幅員：広	-7678	4.60.E-04 ***	-1.14.E-01	2.01.E-09 ***	-1.12.E-01	6.66.E-09 ***
北海道ダミー	-12374	3.32.E-03 **	-	-	1.13.E-01	2.58.E-03 **
茨城県ダミー	-21608	1.84.E-05 ***	-1.83.E-01	3.91.E-05 ***	-8.84.E-02	5.08.E-02
栃木県ダミー	-20181	1.87.E-08 ***	-1.52.E-01	1.41.E-06 ***	-	-
埼玉県ダミー	-	-	-	-	8.72.E-02	3.64.E-04 ***
千葉県ダミー	-5954	1.19.E-03 **	-	-	1.07.E-01	2.87.E-11 ***
東京都ダミー	4810	2.11.E-03 **	-1.23.E-01	4.82.E-22 ***	-3.44.E-02	1.15.E-02 *
神奈川県ダミー	-	-	-	-	-	-
新潟県ダミー	-9602	1.54.E-04 ***	4.95.E-02	2.33.E-02 *	1.48.E-01	5.46.E-11 ***
岐阜県ダミー	-	-	-	-	1.87.E-01	3.60.E-06 ***
愛知県ダミー	-15315	2.47.E-04 ***	-1.54.E-01	2.59.E-05 ***	-	-
三重県ダミー	-	-	1.16.E-01	2.04.E-03 **	1.95.E-01	3.53.E-07 ***
京都府ダミー	7184	8.60.E-04 ***	5.82.E-02	1.48.E-03 **	1.62.E-01	1.90.E-17 ***
大阪府ダミー	-	-	-5.93.E-02	1.06.E-02 *	-	-
兵庫県ダミー	-7962	9.08.E-04 ***	-9.26.E-02	5.66.E-06 ***	-	-
福岡県ダミー	6694	1.88.E-02 *	1.47.E-01	2.52.E-09 ***	2.39.E-01	3.86.E-21 ***
サンプル数	868,007		868,007		868,007	
決定係数	0.931		0.937		0.936	
P value of F-Statistic	2.20E-16		2.20E-16		2.20E-16	

参考文献

- 1) Eurelectric : Power distribution in Europe. https://cdn.eurelectric.org/media/1835/dso_report-web_fi-nal-2013-030-0764-01-e-h-D66B0486.pdf, 2013 (2021/8/23 アクセス)
- 2) 国土交通省 : 海外の無電柱化事業について, <https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-coun-cil/chicyuka/pdf04/07.pdf>, 2020 (2021/8/23 アクセス)
- 3) 国土交通省 : 無電柱化の現状 <https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-coun-cil/chicyuka/pdf03/09.pdf>, 2017 (2020/8/23 アクセス)
- 4) 足立良男 井上利一 : 電柱のない街並みの経済効果, 住宅新社, 2011.
- 5) 大庭 哲治 : 着手・完了・抜柱時点を考慮した無電柱化事業が周辺地価に及ぼす因果的影響, 土木計画学研究・論文集 D3, Vol. 75, I_181-I_190, 2020.
- 6) McNair, B. and Abelson, P. : Estimating the value of undergrounding electricity and telecommunications networks, *The Australian Economic Review*, 43 (4), pp.376-388, 2010.
- 7) McNair, B. J., Bennett, J., Hensher, D. A., & Rose, J. M. : Households' willingness to pay for overhead-to-underground conversion of electricity distribution networks. *Energy Policy*, 39(5), 2560-2567, 2011.
- 8) Pines, D. and Weiss, Y. : Land improvement projects and land values, *Journal of Urban Economics*, 3 (1), pp.1-13, 1976.
- 9) Scotchmer, S. : Hedonic prices and cost/benefit analysis. *Journal of Economic Theory*, 37(1), 55-75, 1985.
- 10) Roback, J. : Wages, rents, and the quality of life, *Journal of Political Economy*, 90 (6), pp.1257-1278, 1982.
- 11) Kanemoto, Y. : Hedonic prices and the benefits of public projects. *Econometrica*, 56(4), 981-989, 1988.
- 12) Rosen, S. : Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition, *Journal of Political Economy*, 82 (1), pp.34-55, 1974.
- 13) Brueckner, J. K., Fu, S., Gu, Y., & Zhang, J. : Measuring the stringency of land use regulation: The case of China's building height limits. *Review of Economics and Statistics*, 99(4), 663-677, 2017.
- 14) Kono, T. and Joshi, K. K. : *Traffic Congestion and Land Use Regulations: Theory and Policy Analysis*. Elsevier, 2019.
- 15) Kanemoto, Y., Nakamura, R., and Yazawa, N., : Measurements of environmental values using hedonic approaches, *Journal of Environmental Science* 2(4), 251-266, 1989.
- 16) Tsutsumi, M. and Seya, H. : Hedonic approaches based on spatial econometrics and spatial statistics: Application to evaluation of project benefits, *Journal of Geographical Systems*, 11 (4), pp.357-380, 2009.
- 17) 矢澤則彦, 金本良嗣 : ヘドニック・アプローチにおける変数選択, *環境科学会誌* 5(1), pp.45-56, 1992.

(Received ?)
(Accepted ?)

How housing prices are affected by undergrounding utility lines in the three-dimensional landscape

Shota ISHIGOOKA, Tatsuhito KONO and Hajime SEYA

Many countries have been actively pursuing the undergrounding of overhead utility lines. We appraise how much housing prices increase due to the undergrounding of utility lines in Japan and clarify the dependency of the residents' to pay (WTP) on the road width and building height. Our results show that both housing prices and the WTP for undergrounding utility lines are lower as the road becomes wider and the buildings along the road become higher. However, when the road is wide, the WTP does not change much regardless of the height of the buildings. In addition, the average value of the benefit-cost ratios of previous undergrounding projects is approximately 2.27 to 2.65. However, 3-17% of these projects have benefit-cost ratios of less than 1.