

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

大庭 哲治¹

¹正会員 京都大学准教授 工学研究科都市社会工学専攻 (〒615-8540 京都市西京区京都大学桂)

E-mail: tetsu@urban.kuciv.kyoto-u.ac.jp

本研究は、2000年度から2018年度までの地価公示データと、京都市と連携して収集・整理した2017年度までの京都市電線類地中化実績データを用いて、独自の空間パネルデータを構築した上で、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を差分の差分推定法で推計した。

その結果、2010-2018年度の分析期間での無電柱化事業完了後の因果的影響は、処置群の空間的範囲が50mの場合は12.5%の価格プレミアム、処置群の空間的範囲が200mの場合は7.5%の価格プレミアムがあることを明らかにした。また、影響が発現するタイミングの違いを考慮するため、着手・完了・抜柱後の因果的影響を検証した結果、抜柱後の影響が特に大きいことを明らかにした。

Key Words : *Undergrounding and Utility Pole Removal Project, Timing, Land Price, Causal Effect, Difference-in-Differences (DID)*

1. はじめに

(1) 背景と目的

2016年に「無電柱化の推進に関する法律」が施行され、2018年には無電柱化推進計画が初めて策定されるなど、無電柱化の推進に向けた法制度の着実な整備と機運の高まりに伴い、各自治体では、これまで以上に無電柱化事業の計画的な推進が求められている。その一方で、電線類の地中化による事業のコスト縮減や費用負担の検討、関係事業者との円滑な調整、そして、地域住民との合意形成は不可欠であるとともに、民間活力の積極的導入により地方公共団体を補完する事業体制の確立など、解消すべき課題も依然として少なくない。

特に、客観的根拠に基づく政策形成(Evidence-based Policymaking)が近年クローズアップされており、限られた財源の中で、選択と集中による効率的かつ効果的な事業の推進にあたり、無電柱化事業を実施することで発現する因果的な効果・影響の体系化と、その定量化手法の確立は、説明責任を果たす上でも喫緊の課題である。しかしながら、各自治体がこれまで実施してきた無電柱化事業を対象に、データに基づいて効果・影響を科学的に検証した事例は、ほぼ皆無であり、また、効果・影響の特定化・計量化において最も重要な基盤となる、無電柱化事業の実績データ自体が、不完全、あるいは、未整備である場合が少なくないのが現状である。

そこで本研究は、11行政区で構成される京都市全域を対象に、京都市建設局道路建設部道路環境整備課と連携して収集・整理した電線類地中化実績データと、国土数値情報より入手した2000年度以降の地価公示データを、共に地理情報システムに実装することで、独自の空間パネルデータを構築する。その上で、データから変数間の因果関係を明らかにする統計的因果推論(Statistical Causal Inference)の中でも、近年、有用な評価方法として浸透しつつある、差分の差分(Difference-in-Differences: DID)推定法を用いて、着手・完了・抜柱時によるタイミングの違いを考慮しつつ、無電柱化事業が周辺地価に及ぼす因果的影響を定量的に明らかにすることを目的とする。

(2) 既往研究のレビューと本研究の特徴

わが国の無電柱化事業に関する研究報告の多くは、法制度の概要報告や各地の整備事例の紹介である中で、事業評価の視点から報告している先行研究としては、大石ら(2012)による事業の全国実態把握や、小山ら(2007)、石田ら(2011)や松田ら(2016)による景観評価などが挙げられる。しかしながら、無電柱化事業の効果・影響の検証、さらには経済評価を見据えた実証研究は、わが国のみならず、世界的にみても研究蓄積は浅く、端緒についたばかりであるといえる。

そのような中で、米本・村橋(2009)、McNair and Abelson(2010)、足立・井上(2011)、朴ら(2017)、河野ら(2018)は、

無電柱化事業が実施された地域や住宅地を対象に、地価や不動産価格に及ぼす影響をヘドニック分析で明らかにし、帰着する無電柱化の効果や便益の推定を試みている。

まず、米本・村橋(2009)は、京都市の歴史的市街地内にある伝統的建造物群保存地区、歴史的景観保全修景地区、そして界わい景観整備地区に指定されている数地区を対象に、平成20年度相続税路線価に及ぼす電線の景観的影響を、電柱の有無を表すダミー変数を用いたヘドニック分析で簡便的に推計した上で、その結果に基づいて、景観整備方を検討している。その結果として、電線が存在が地価に負の影響を及ぼしている点を明らかにするとともに、花見小路景観整備事業を例に、その経済効果を概算している。次いで、McNair and Abelson(2010)は、豪州・キャンベラの3つの郊外住宅地での無電柱化事業を対象に、不動産取引価格を用いたヘドニック分析で検証した結果、29%のプラス効果があることを明らかにしている。これは、対象サンプルの不動産価格中央値の住宅の場合、無電柱化事業の価値は約\$11,700に相当する。足立・井上(2011)は、大阪府内のあるエリアにおいて、電線類の地中化済の地区が、非地中化の地区と比較して、取引価格に13.9パーセントの格差率があることを明らかにしている一方で、奈良県今井町の重要伝統的建造物群保存地区における、相続税及び固定資産税の路線価評価では、電線類地中化の有無を表す説明変数が統計的に有意ではなく、評価額には反映されていないとの結論を示している。朴ら(2017)は、韓国の江川省春川市周辺地域において、無電柱化完了時点の2010年とその後の2015年における、無電柱化事業が公示地価に及ぼす影響を分析した結果、2010年では140,078ウォン、2015年では115,745ウォンに相当するプラス効果があることを明らかにしている。そして、河野ら(2018)は、2015年時点で全国の無電柱化実施済の住宅地686箇所を対象に、無電柱化事業が固定資産税路線価に及ぼす影響を分析した上で、一世帯あたりの支払意思額を月額で推定している。その結果、東北を除く地方での全面道路地中化で概ね5,000円から8,000円、東京23区を除く地方での地中化周辺道路で3,000円から5,000円であることを明らかにしている。

これらの先行研究では、時間構造を含まない一時点の横断面データ(クロスセクションデータ)、あるいは、二時点の横断面データを用いて、無電柱化路線の有無が地価に及ぼす影響を、ヘドニック分析によって明らかにしている。したがって、パネルデータを用いて、無電柱化事業の経年的な整備実績が地価に長期的に及ぼす影響を、ヘドニック分析で明らかにしている先行研究は、国内外において、筆者に知る限り見当たらない。

また、近年、政策とその実施効果の因果関係を科学的に解明することを試みた統計的因果推論による分析アプローチが、計量経済学分野で著しい発展を遂げている。

なかでも、差分の差分(DID)推定法は、政策実施や環境変化の処置を受けた処置群(Treatment Group)とそれ以外の対照群(Control Group)の2つのグループにおいて、処置群の処置前後の結果の平均値の差と、対照群の処置前後の結果の平均値の差に着目し、各グループ間の差の差分で、母集団全体の平均的な処置効果、つまり、因果効果(Causal Effect)を評価する方法である。これは、処置変数と時間変数の交差項の係数の推定値でもあり、直感的に分かりやすく比較的容易に推定でき、統計的有意性もt検定で確認することが可能なため、近年、医療経済学や労働経済学をはじめ、その適用範囲は拡大している。

しかしながら、このDID推定法に代表される統計的因果推論に基づいた計量経済分析手法は、これまで、無電柱化事業には適用されておらず、例えば、処置群及び対照群の設定方法や処置タイミングの設定など、分析手法の応用時における固有の注意点や問題点に関しては、未知な点が多い。

以上より、本研究の主な特徴としては、以下の3点が挙げられる。

- ・ 昭和61年度(1986年度)から平成30年度(2018年度)までの京都市電線類地中化実績を収集・整理した上で、地理情報システムに実装することにより、独自の空間データを構築し、本研究による実証分析のデータセットとして活用している点。
- ・ 2000年度から2018年度までの長期間にわたる地価データと統合して構築した空間パネルデータを用いて、無電柱化事業が周辺地価に及ぼす因果的影響を、差分の差分(DID)推定法で計量的に明らかにしている点。
- ・ 無電柱化事業の実施箇所から50mの空間的範囲と200mの空間的範囲の2種類の処置群を設定するとともに、事業着手時、事業完了時、そして、不要な電柱と電線類を撤去する抜柱時の3時点の処置タイミング別に、その後の周辺地価に及ぼす因果的影響と、その差異を定量的に明らかにしている点。

2. 京都市無電柱化事業の実施状況

(1) 無電柱化実績データの整備

本研究が対象とする京都市では、昭和61年度(1986年度)から無電柱化に着手しており、概ね5年ごとに見直される電線類地中化・無電柱化の推進計画に基づいて整備が進められている。

本研究では、京都市の無電柱化事業の実施状況を明らかにするため、京都市と連携して、昭和61年度(1986年度)から平成30年(2018年)3月末時点までの京都市電線類地中化実績(直轄国道を除く)に関する情報を収集・整理

した。収集・整理した具体的な情報は、路線名、区間、整備延長、道路延長、事業方式、事業の着手年度、事業の完了年度(電線地中溝に係る本体工事の完了)、抜柱年度(不要になった架空線や電柱の撤去)、幹線系/景観系の区別、事業費、電線管理者、地上機器の機数といった属性情報、そして、各実施箇所的位置情報である。これらのデータを、地理情報システムに実装することで、本研究は独自の空間データを構築している。

(2) 京都市無電柱化事業の現況把握

表-1に、各期の推進計画ごとの管路整備延長実績を、幹線系道路と景観系道路に区分して示す。また、2018年3月末時点での無電柱化事業の実施箇所を、後述する地価公示データ(2018年度)と併せて、図-1に示す。

管路整備延長は61.37km、分割区間を含む路線数は、117路線である。なお、整備対象道路について、事業当初は都市防災機能の向上を主たる目的として、図-1に示す通り、中心市街地の烏丸通や堀川通をはじめとする幹線道路が選定されてきたが、近年は幹線道路に加え、景観の向上や観光振興に資することを目的に、世界文化遺産周辺や伝統的建造物群保存地区をはじめとする景観に配慮すべき地域の道路が重点的に選定されるなど、幹線系道路と景観系道路に区分した整備が実施されている。

ここで、無電柱化事業の着手・完了・抜柱年度に着目した各路線の着手完了期間及び完了抜柱期間の分布状況を箱ひげ図として図-2に示す。なお、第5期と第6期の五箇年計画にリストアップされている計13路線が、未抜柱(不明を含む)であるため、それらの路線は除いている。

着手から完了までの期間(中央値)は、第1期～第3期五箇年計画では2年、第4期～第6期五箇年計画では1年を要しており、最大でも5年である。一方、完了から抜柱までの期間は、第1期～第3期五箇年計画では0年で、電線地中溝に係る本体工事と不要な電柱・電線類の撤去が同年度実施であるのに対して、第4期～第6期五箇年計画では大きく異なっており、なかには、最大で11年を要する路線もみられる。これは、近年、各宅地への引込管の地中化工事や架空線及び電柱の撤去に加えて、地上機器の設置スペースを確保できない区間での民有地への設置などに、合意形成期間も含めて、長い期間を要していることが要因であると考えられる。

このような状況から、京都市は、計画的かつ効率的な無電柱化整備を推進するべく、「今後の無電柱化の進め方」として、①基本方針、②無電柱化を行う整備対象道路の考え方、③無電柱化の推進に向けた具体的な取組で構成される長期的な整備方針を、平成30年(2018年)12月に公表している。

表-1 各期の推進計画ごとの管路整備延長実績

推進計画	整備延長(km)		合計	路線数 (分割区間含)
	幹線系道路	景観系道路		
第1期五箇年計画 (昭和61年～平成2年)	10.57	0	10.57	13
第2期五箇年計画 (平成3年～平成6年)	6.98	0.67	7.65	12
第3期五箇年計画 (平成7年～平成10年)	10.01	1.24	11.25	19
新電線類地中化計画・第4期五箇年計画 (平成11年～平成15年)	12.27	1.42	13.69	22
無電柱化計画・第5期五箇年計画 (平成16年～平成20年)	7.68	4.5	12.18	34
無電柱化計画・第6期五箇年計画 (平成21年～平成29年)	3.26	2.77	6.03	17
合計	50.77	10.6	61.37	117

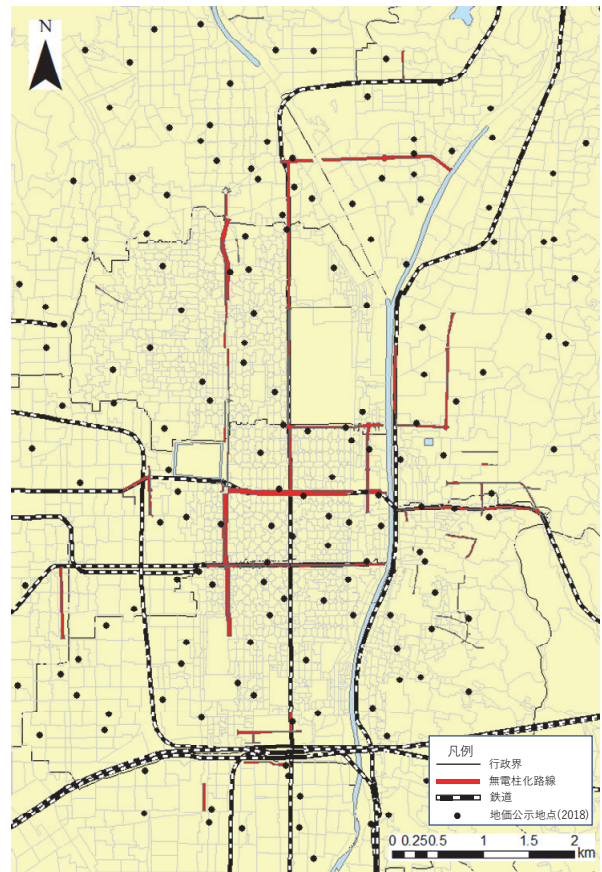


図-1 無電柱化事業実施箇所と地価公示地点 (2018年3月時点)

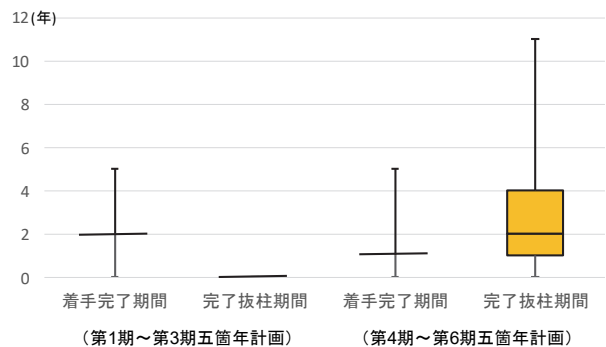


図-2 第1期～第3期と第4期～第6期に区分した無電柱化路線の着手完了期間及び完了抜柱期間の分布状況

4. 分析モデルとデータ

(1) DID推定モデルの概要

本研究で適用する固定効果を含むDID推定モデルの概要について概説する。

t 時点における地点 i の地価を LP_{it} とすると、パネルデータを用いたDID推定モデルは、地価を対数変換した $\ln LP_{it}$ を被説明変数とする片対数型の線形性を仮定した固定効果モデルとして、以下のように表される。

$$\ln LP_{it} = \beta_0 + \beta_1 D_i + \beta_2 A_t + \beta_3 D_i A_t + \beta X_{it} + F_i + u_{it} \quad (式1)$$

ここで、 D_i は処置変数であり、地点 i が処置群であれば1、対照群であれば0をとるダミー変数である。また、 A_t は時間変数であり、処置後であれば1、処置前であれば0をとるダミー変数である。さらに、 X_{it} は地点 i に固有の t 時点における説明変数群、 $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ は未知パラメータ、 β は未知パラメータのベクトル、 F_i は固定効果、 u_{it} は誤差項である。そして、処置変数と時間変数の積で表される交差項の係数 β_3 が、無電柱化事業が周辺地価に及ぼす因果的影響として、本研究においてDID推定法により識別される平均処置効果(Average Treatment Effect: ATE)となる。

このDID推定法は、処置群の処置前後の平均値の差のみでは、処置による変化とそれ以外の要因による変化の識別ができない。そこで、処置群のそれ以外の要因による変化を対照群での変化で代用する反実仮想アプローチ(Counterfactual Approach)を用いることで、平均処置効果を求める。これにより、対照群の観察可能な処置前と観察不可能な処置後、処置群の観察不可能な処置前と観察可能な処置後は、それぞれ以下のように定式化される。

$$\text{対照群(処置前)}: E[\ln LP_{it} | D_i=0, A_t=0] = \beta_0 \quad (式2)$$

$$\text{対照群(処置後)}: E[\ln LP_{it} | D_i=0, A_t=1] = \beta_0 + \beta_2 \quad (式3)$$

$$\text{処置群(処置前)}: E[\ln LP_{it} | D_i=1, A_t=0] = \beta_0 + \beta_1 \quad (式4)$$

$$\text{処置群(処置後)}: E[\ln LP_{it} | D_i=1, A_t=1] = \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 \quad (式5)$$

したがって、平均処置効果(ATE)は下式で表される。

$$\begin{aligned} \text{平均処置効果(ATE)} &= [\text{処置群(処置後)} - \text{処置群(処置前)}] - [\text{対照群(処置後)} - \text{対照群(処置前)}] \\ &= [(\beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3) - (\beta_0 + \beta_1)] - [(\beta_0 + \beta_2) - (\beta_0)] = \beta_3 \quad (式6) \end{aligned}$$

(2) 着手・完了・抜柱時を考慮した処置タイミングの設定

図-2を用いて先述した通り、各路線において、着手から完了までの事業期間、ならびに、完了から抜柱までの事業期間に差異がみられる。特に、第4期～第6期五箇年計画における各路線の完了から抜柱までの事業期間にお

いては大きな差異がある。このような状況を踏まえ、本研究では、無電柱化事業の処置タイミングとして、事業の着手時、完了時、及び、抜柱時の3時点に着目して、時間変数をそれぞれ設定する。これにより、実績データとして把握した、着手、完了、及び、抜柱の時点情報を活用することで、地価に及ぼす因果的影響が発現するタイミングの違いを定量的に明らかにする。

(3) 空間的範囲を考慮した処置群と対照群の設定

処置群の空間的範囲について、本研究では2種類の空間的範囲を設定する。1つは、無電柱化事業実施箇所の境界から直線距離で50mの範囲であり、もう1つは、無電柱化事業実施箇所の境界から直線距離で200mの範囲である。これは、事前に、処置群の空間的範囲の距離帯を50m単位で、0-50m、50-100m、...、450-500mの10種類を設定した上で、異なる分析期間及び異なる処置タイミングで、DID推定法によるモデル推定を行い、統計的検討を行っている。その結果として、全てのケースの推定モデルにおいて、係数が少なくとも有意水準10%で統計的有意を示した0-50mの範囲と、いずれのモデルでも係数が統計的に有意ではなかった200-250m以上の距離帯の結果を踏まえた、0-200mの範囲を採用している。つまり、本研究では、無電柱化事業の影響は広範囲には及ばないことを想定して処置群を設定している。なお、織田澤・大平(2018)は、処置群の設定に関する論点整理において、スピルオーバー効果を見極めた上で分析対象とする空間的範囲を適切に設定することが重要であることを指摘している。わが国においては、無電柱化事業のスピルオーバー効果に着目した先行研究は皆無であり、空間的範囲を設定するための基礎情報が利用できない状況において、本研究は独自に構築した分析データセットを活用して、事前にモデル推定による統計的検討を行い、その結果に基づいて、処置群の空間的範囲を設定している。

一方、対照群の設定について、本研究では、対象地域のうち、処置群以外の全ての空間的範囲としている。対照群の設定にあたっては、対象地域のうち処置群以外の全ての地域とする場合の他、処置群を取り囲む一定の距離帯に含まれる地域とする場合や、さらには、空間的範囲に関係なく傾向スコアマッチング(P propensity Score Matching)で選定する場合などが挙げられ、先行研究では比較的任意に選択されている。明確な対照群の設定基準があるわけではなく、今後の更なる研究蓄積が待たれる。

(4) 被説明変数と説明変数

被説明変数について、本研究は、国土交通省が整備・無償提供している国土数値情報より入手した、京都市全域における地価公示の調査地点のうち、2000年度から2018年度の地価データ(円/m²)について、その自然対数値

を用いる。これだけの長期間にわたる地価データを採用することで、各無電柱化路線の着手前、着手後、完了後、さらには抜柱後の時点の地価公示データを含むことで、実施状況を踏まえて、無電柱化事業が周辺地価に及ぼす影響を可能な限り精緻に捕捉することが可能になる。

次いで、説明変数について、本研究ではパネルデータを用いた固定効果モデルで DID 推定法を適用するため、各地価公示地点固有の属性のうち、行政区の区別、用途地域の区別、指定容積率といった、分析期間を通じて時間不変である特性は、コントロールされるために含んでいない。しかしながら、最寄り駅からの距離については、京都市営地下鉄東西線の延伸区間の開業(2004年及び2008年)を考慮して、コントロール変数として説明変数に加えている。また、分析期間において、リーマン・ショックを挟む2008年前後の景気変動をはじめ、年度ごとに共通して生じる景気変動要因をコントロールするため、2000年度から2018年度までの各年度に該当する場合に1となるダミー変数を設けている。

最後に、本分析で重要となる、無電柱化事業の実施状況を示す着手・完了・抜柱の3時点の前後を区別する時間変数については、第4章(2)で先述した通り、無電柱化事業の着手後の場合に1となるダミー変数、無電柱化事業の完了後の場合に1となるダミー変数、そして、無電柱化事業の抜柱後の場合に1となるダミー変数の3種類を

設けている。また、無電柱化事業の処置群と対照群を区別する処置変数については、第4章(3)で先述した通り、無電柱化事業実施箇所から直線距離で50mの空間的範囲に地価公示地点がある場合に1となるダミー変数と、直線距離で200mの空間的範囲に地価公示地点がある場合に1となるダミー変数の2種類を設けている。なお、DID 推定法の適用時には、この処置群と対照群を区別する処置変数と実施状況を示す着手・完了・抜柱の3時点の前後を区別する時間変数に加えて、処置変数と時間変数の積で表される6種類の交差項を、新たな説明変数として設定している。

分析データセットとして、被説明変数及び説明変数の定義と記述統計量を表-2に示す。なお、本分析においては、第5章で後述する通り、分析期間を2期間に分割しているため、2000年度から2009年度までのデータセットと、2010年度から2018年度までのデータセットの記述統計量を記載している。それぞれのサンプル数は、3,966と3,020である。また、地価公示地点数(グループ数)は、448と492である。

5. DID推定モデルの結果

DID推定の適用にあたり、他分野の先行研究において、

表-2 変数の定義と記述統計量

2000年度-2009年度(サンプル数:3,966, グループ数:448)				2010年度-2018年度(サンプル数:3,020, グループ数:492)			
変数名	定義	平均値	標準偏差	変数名	定義	平均値	標準偏差
InLP	公示地価(円/m ²)の自然対数値	12.362	0.461	InLP	公示地価(円/m ²)の自然対数値	12.294	0.611
Fy_2000	年度ダミー(2000年度の場合1)	0.097	0.296	Fy_2010	年度ダミー(2010年度の場合1)	0.122	0.328
Fy_2001	年度ダミー(2001年度の場合1)	0.097	0.296	Fy_2011	年度ダミー(2011年度の場合1)	0.113	0.317
Fy_2002	年度ダミー(2002年度の場合1)	0.097	0.296	Fy_2012	年度ダミー(2012年度の場合1)	0.113	0.317
Fy_2003	年度ダミー(2003年度の場合1)	0.105	0.307	Fy_2013	年度ダミー(2013年度の場合1)	0.113	0.317
Fy_2004	年度ダミー(2004年度の場合1)	0.105	0.307	Fy_2014	年度ダミー(2014年度の場合1)	0.102	0.302
Fy_2005	年度ダミー(2005年度の場合1)	0.103	0.304	Fy_2015	年度ダミー(2015年度の場合1)	0.102	0.302
Fy_2006	年度ダミー(2006年度の場合1)	0.103	0.304	Fy_2016	年度ダミー(2016年度の場合1)	0.110	0.313
Fy_2007	年度ダミー(2007年度の場合1)	0.099	0.299	Fy_2017	年度ダミー(2017年度の場合1)	0.112	0.316
Fy_2008	年度ダミー(2008年度の場合1)	0.097	0.296	Fy_2018	年度ダミー(2018年度の場合1)	0.112	0.316
Fy_2009	年度ダミー(2009年度の場合1)	0.095	0.293	Dis_Station	最寄り駅までの距離(m)	1016.758	938.380
Dis_Station	最寄り駅までの距離(m)	1050.565	936.950	Bufo_50m	地価地点の周囲0-50mに実施箇所がある場合1	0.070	0.255
Bufo_50m	地価地点の周囲0-50mに実施箇所がある場合1	0.053	0.223	Bufo_200m	地価地点の周囲0-200mに実施箇所がある場合1	0.173	0.378
Bufo_200m	地価地点の周囲0-200mに実施箇所がある場合1	0.158	0.364	AfterS	最寄り実施箇所の着手時点の前後ダミー(着手後の場合1, 着手前の場合0)	0.971	0.167
AfterS	最寄り実施箇所の着手時点の前後ダミー(着手後の場合1, 着手前の場合0)	0.560	0.496	AfterF	最寄り実施箇所の完了時点の前後ダミー(完了後の場合1, 完了前の場合0)	0.942	0.234
AfterF	最寄り実施箇所の完了時点の前後ダミー(完了後の場合1, 完了前の場合0)	0.499	0.500	AfterP	最寄り実施箇所の抜柱時点の前後ダミー(抜柱後の場合1, 抜柱前の場合0)	0.719	0.449
AfterP	最寄り実施箇所の抜柱時点の前後ダミー(抜柱後の場合1, 抜柱前の場合0)	0.366	0.482				

幾つかの注意点と検討課題が指摘されている(例えば, 星野(2009), 岩本ら(2016)). なかでも, DID推定では, 平行トレンド仮定(Parallel Trends Assumption)として, 処置のない場合の処置群の標本での2時点間の変化は, 対照群の標本での2時点間の変化と等しいという強い仮定を設けているため, この仮定が満たされない場合には, 推定値にバイアスを含むことになる. 本研究では, 構築した2000年度から2018年度にわたる19年間のパネルデータセットを用いて分析するにあたり, 分析期間が長いことで, これらのバイアスも時間を通じて変化する可能性があり, 仮定の妥当性が低くなることが考えられる. そこで, 2000年度から2009年度と2010年度から2018年度の2期間に, パネルデータセットを分割してそれぞれ推定することで, この平行トレンド仮定に起因するバイアスの影響を小さくする. また, パネルデータ分析では, 通常, プーリング回帰モデル, 固定効果モデル, そして変量効果モデルの3つのモデルが挙げられ, どのモデルを採用するのが望ましいのかを検討する際には, 統計的検定を用いて分析結果を比較する必要がある. 本研究のモデル推計においては, 事前に, 処置変数と時間変数の交差項として設定する6種類の変数を2期間でそれぞれ推定した上で, F検定及びハウスマン検定(Hausman Test)によって, モデルの統計的検定を行っている. 結果的には, 12種類の全ての推定モデルで帰無仮説の棄却が確認されたため, 固定効果モデルを本研究では採用するとともに, 不均一分散

が生じている可能性への対応として, Cameron et al.(2011)が提唱するグループ間の誤差項の相関を許すクラスターロバスト標準誤差(Clustered Robust Standard Error)を採用し, 不均一分散頑健推定量により, パラメータを再度推定している. これにより, 地価公示地点ごとの異質性を取り除き, 欠落変数バイアスをコントロールした, より厳密な推定結果を導出することができる.

(1) 2000年度-2009年度パネルデータによる推計結果

2000-2009年度の期間での推計結果を表-3に示す. 決定係数(within)は, 6種類の推定結果のいずれも0.75程度を示しており, 概ね当てはまりの良い推計モデルであるといえる. また, 本研究が目とする交差項の係数については, いずれも有意水準1%で統計的有意を示している.

無電柱化事業実施箇所から直線距離で50mの空間的範囲を設定した処置群での因果的影響(平均処置効果)について着目すると, 公示地価の自然対数値に対して, Case1の着手後では10.8%の価格プレミアムがあることがわかる. 同様に, Case2の完了後では9.9%, Case3の抜柱後では11.7%であり, 実施状況にかかわらず10~12%程度の価格プレミアムが存在していることを示している.

一方, 無電柱化事業実施箇所から直線距離で200mの空間的範囲を設定した処置群では, Case4の着手後で9.8%, Case5の完了後で10.5%, そして, Case6の抜柱後では12.0%の価格プレミアムを示している. 50mの空間的

表-3 2000年度-2009年度パネルデータによる DID 推定結果

説明変数 (被説明変数: lnLP)	処置群: Buf0-50m						処置群: Buf0-200m					
	Case1: 着手後		Case2: 完了後		Case3: 抜柱後		Case4: 着手後		Case5: 完了後		Case6: 抜柱後	
	係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値
Fy_2000	0.299 ***	34.68	0.304 ***	35.67	0.303 ***	35.60	0.298 ***	34.78	0.303 ***	35.65	0.302 ***	35.63
Fy_2001	0.239 ***	27.50	0.245 ***	27.33	0.244 ***	27.30	0.240 ***	27.40	0.244 ***	27.30	0.243 ***	27.28
Fy_2002	0.165 ***	18.80	0.168 ***	19.37	0.167 ***	19.42	0.165 ***	18.84	0.170 ***	19.51	0.168 ***	19.58
Fy_2003	0.068 ***	8.13	0.070 ***	8.52	0.069 ***	8.44	0.068 ***	8.12	0.072 ***	8.74	0.070 ***	8.62
Fy_2004	-0.010	-1.36	-0.008	-1.06	-0.009	-1.27	-0.010	-1.32	-0.006	-0.87	-0.008	-1.06
Fy_2005	-0.058 ***	-9.16	-0.057 ***	-9.25	-0.058 ***	-9.50	-0.058 ***	-9.11	-0.056 ***	-8.98	-0.057 ***	-9.37
Fy_2006	-0.054 ***	-11.39	-0.053 ***	-11.65	-0.053 ***	-11.77	-0.054 ***	-11.38	-0.052 ***	-11.36	-0.052 ***	-11.55
Fy_2007	-0.004 *	-1.70	-0.002	-0.99	-0.004 *	-1.89	-0.004 *	-1.85	-0.002	-0.92	-0.004 **	-2.02
Fy_2008	0.031 ***	29.72	0.031 ***	31.58	0.030 ***	31.71	0.030 ***	28.72	0.031 ***	30.06	0.030 ***	31.92
Fy_2009	0 (omitted)		0 (omitted)		0 (omitted)		0 (omitted)		0 (omitted)		0 (omitted)	
Dis_Station	0.000	-0.76	0.000	-0.72	0.000	-0.73	0.000	-0.82	0.000	-0.91	0.000	-0.86
Buf0_50m	0 (omitted)		0 (omitted)		0 (omitted)							
Buf0_200m							0 (omitted)		0 (omitted)		0 (omitted)	
AfterS	0.006	0.67					-0.007	-0.87				
AfterF			0.015 *	1.83					0.001	0.10		
AfterP					0.016 *	1.83					0.003	0.42
Buf0_50m*AfterS	0.108 ***	3.29										
Buf0_50m*AfterF			0.099 ***	3.40								
Buf0_50m*AfterP					0.117 ***	2.99						
Buf0_200m*AfterS							0.098 ***	4.78				
Buf0_200m*AfterF									0.105 ***	5.45		
Buf0_200m*AfterP											0.120 ***	4.6
Constant	12.303 ***	622.18	12.297 ***	612.44	12.300 ***	627.60	12.307 ***	631.25	12.302 ***	626.66	12.302 ***	640.1
サンプル数	3,966		3,966		3,966		3,966		3,966		3,966	
グループ数	448		448		448		448		448		448	
決定係数 (Within)	0.753		0.755		0.755		0.755		0.759		0.758	

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.10

不均一分散頑健推定量によりパラメータ推計

範囲を設定した処置群と比較して、価格プレミアムの大きさに大きな差異はみられないものの、200mの空間的範囲を設定した処置群の場合には、無電柱化事業の実施状況が着手から抜柱に向けて遷移するほど、価格プレミアムの大きさが増加していることが読み取れる。

(2) 2010年度-2018年度パネルデータによる推計結果

続いて、2010-2018年度の期間での推計結果を表-4に示す。決定係数(within)は、6種類の推定結果のいずれも、0.21程度を示しており、モデル自体の当てはまりは決して良いとはいえないものの、本研究が注目する交差項の係数については、いずれも有意水準1%で統計的有意を示している。

無電柱化事業実施箇所から直線距離で50mの空間的範囲を設定した処置群でみると、Case7の着手後で13.8%、Case8の完了後で11.8%、Case9の抜柱後では19.8%を示している。着手後の平均的処置効果としての価格プレミアムが、完了後には約2%減少するものの、その後、抜柱後では再び約8%の大きな増加を示しており、近年の無電柱化事業の実施状況において、抜柱が地価に大きな因果的影響を及ぼしていることが読み取れる。

一方、無電柱化事業実施箇所から直線距離で200mの空間的範囲を設定した処置群では、Case10の着手後で7.4%、Case11の完了後では7.2%、そして、Case12の抜柱後では10.7%の価格プレミアムを示している。価格プレミアムは、50mの空間的範囲を設定した処置群の場合と

類似したV字のような変化を示しているが、価格プレミアムの大きさは全体的に小さく、完了後から抜柱後への遷移でも約3.5%の増加に留まっている。

(3) 無電柱化事業の因果的影響に関する考察

Case1からCase12までの12種類のDID推定結果に基づいて、無電柱化事業が周辺地価に及ぼす因果的影響を考察するにあたり、全ての推定モデルが対数変換した被説明変数を用いた片対数型の線形性を仮定していることを踏まえ、Halvorsen and Palmquist(1980)に従い、先述の式6に示す交差項のパラメータ推定値 β_3 を用いて、 $\exp(\beta_3)-1$ で表すことのできる限界効果(Marginal Effect)を算出する。着手・完了・抜柱時点を考慮した、2期間・2種類の処置群での限界効果を図-3に示す。

2000-2009年度の期間での推計結果では、2種類の処置群に大きな差異は確認できないものの、2010-2018年度の分析期間での推計結果では、無電柱化事業実施箇所に近接する50mの空間的範囲で、処置群の価格プレミアムが3時点ともに大きく増加しており、抜柱後では20%を超える価格プレミアムを示す一方、少し離れた200mの空間的範囲では、処置群の価格プレミアムは3時点ともに減少している。このことは、近年の無電柱化事業による地価への正の因果的影響が、実施箇所付近に近接するほど強く、実施箇所から少しでも離れると弱く、距離帯に応じて敏感に反応していることを示唆している。

また、処置群の空間的範囲を200mと設定した場合の

表-4 2010年度-2018年度パネルデータによる DID 推定結果

説明変数 (被説明変数: lnLP)	処置群: Buf0-50m						処置群: Buf0-200m					
	Case7: 着手後		Case8: 完了後		Case9: 抜柱後		Case10: 着手後		Case11: 完了後		Case12: 抜柱後	
	係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値
Fy_2010	-0.054 ***	-5.09	-0.055 ***	-4.91	-0.058 ***	-4.97	-0.054 ***	-5.12	-0.055 ***	-4.93	-0.057 ***	-4.95
Fy_2011	-0.075 ***	-7.57	-0.076 ***	-7.49	-0.078 ***	-7.34	-0.075 ***	-7.55	-0.076 ***	-7.49	-0.078 ***	-7.36
Fy_2012	-0.086 ***	-9.12	-0.087 ***	-9.08	-0.089 ***	-8.82	-0.087 ***	-9.12	-0.086 ***	-9.05	-0.088 ***	-8.78
Fy_2013	-0.093 ***	-10.38	-0.093 ***	-10.32	-0.094 ***	-10.08	-0.092 ***	-10.34	-0.093 ***	-10.32	-0.093 ***	-10.01
Fy_2014	-0.087 ***	-10.82	-0.087 ***	-10.81	-0.087 ***	-10.58	-0.087 ***	-10.83	-0.087 ***	-10.78	-0.087 ***	-10.55
Fy_2015	-0.078 ***	-11.05	-0.078 ***	-11.05	-0.078 ***	-10.96	-0.078 ***	-11.05	-0.078 ***	-11.00	-0.078 ***	-10.92
Fy_2016	-0.057 ***	-10.95	-0.057 ***	-10.95	-0.058 ***	-10.92	-0.057 ***	-10.95	-0.057 ***	-10.89	-0.057 ***	-10.84
Fy_2017	-0.036 ***	-11.92	-0.036 ***	-11.89	-0.036 ***	-11.87	-0.036 ***	-11.92	-0.036 ***	-11.79	-0.036 ***	-11.68
Fy_2018	0 (omitted)		0 (omitted)		0 (omitted)		0 (omitted)		0 (omitted)		0 (omitted)	
Dis_Station	0.000	0.55	0.000	0.75	0.000	0.81	0.000	0.52	0.000	0.82	0.000	0.92
Buf0_50m	0 (omitted)		0 (omitted)		0 (omitted)		0 (omitted)		0 (omitted)		0 (omitted)	
Buf0_200m							0 (omitted)		0 (omitted)		0 (omitted)	
AfterS	-0.014	-1.45					-0.022 **	-2.07				
AfterF			-0.013	-1.65					-0.019 **	-2.35		
AfterP					-0.019 **	-2.21					-0.027 ***	-3.25
Buf0_50m*AfterS	0.138 ***	14.59										
Buf0_50m*AfterF			0.118 ***	3.97								
Buf0_50m*AfterP					0.198 ***	11.77						
Buf0_200m*AfterS							0.074 ***	3.62				
Buf0_200m*AfterF									0.072 ***	4.18		
Buf0_200m*AfterP											0.107 ***	5.85
Constant	12.350 ***	536.21	12.347 ***	588.50	12.345 ***	600.87	12.356 ***	534.64	12.347 ***	598.67	12.347 ***	618.26
サンプル数	3,020		3,020		3,020		3,020		3,020		3,020	
グループ数	492		492		492		492		492		492	
決定係数 (Within)	0.208		0.210		0.222		0.209		0.211		0.226	

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.10

不均一分散頑健推定量によりパラメータ推計

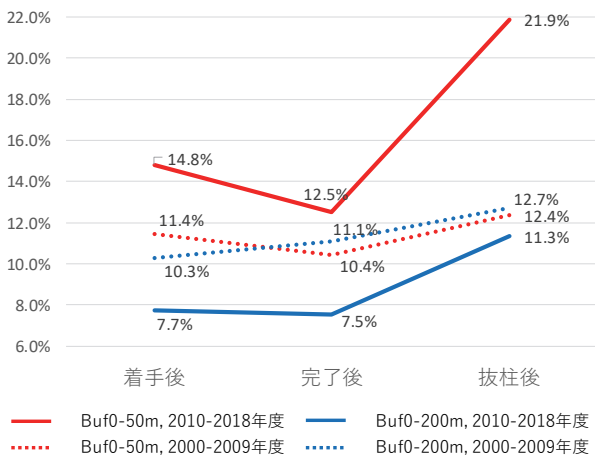


図-3 着手・完了・抜柱時点を考慮した
2 期間・2 処置群での限界効果の比較

結果に着目すれば、2000-2009年度の期間での因果的影響と比較して、2010-2018年度の期間での因果的影響は小さくなっている。これは、先行研究である朴ら(2017)の研究において、本研究と対象地域は異なるものの、2010年と2015年の2時点でのヘドニック分析を通じて、無電柱化を示す説明変数の係数が減少を示したことから、類似した結果を示している。一方で、処置群の空間的範囲を50mと設定した場合の結果に着目すれば、200mと設定した場合とは正反対に、2010-2018年度の期間での因果的影響が大きくなっている。これは、本分析結果を通じて科学的根拠を示すには至っていないが、近年、幹線系のみならず、景観系の無電柱化路線区間も増加の傾向にあるため、無電柱化事業と併せて実施している路面や植栽などの修景工事も、特に、抜柱後に強く影響を及ぼしているのではないかと推察される。

6. おわりに

本研究は、2000年度から2018年度までの地価公示データと、京都市と連携して収集・整理した1986年度から2017年度までの京都市電線類地中化実績データを、共に地理情報システムに実装することで、独自の空間パネルデータを構築した上で、差分の差分(DID)推定法を用いて、無電柱化事業が、着手・完了・抜柱後において周辺地価に及ぼす因果的影響を評価した。

その結果、まず、処置群の空間的範囲や事業の実施状況によらず、無電柱化事業が周辺地価に正の因果的影響を及ぼしていることを明らかにした。具体的には、2010-2018年度の分析期間での推計結果において、無電柱化事業の完了後に、処置群の空間的範囲を50mと設定した場合の地価に及ぼす因果的影響は、限界効果に換算して、12.5%の価格プレミアム、処置群の空間的範囲を

200mと設定した場合の地価に及ぼす因果的影響は、7.5%の価格プレミアムがあり、両者には5.0%の差異があることを明らかにした。また、無電柱化事業の抜柱後では、その差異は10.6%に拡大することを明らかにした。

さらに、2期間での推定結果を比較すると、2000-2009年度の推計結果では、2種類の処置群に大きな差異は確認できないものの、2010-2018年度の推計結果では、無電柱化事業実施箇所に近接する50mの空間的範囲で、処置群の価格プレミアムが3時点ともに増加しており、特に、抜柱後では20%を超える価格プレミアムを示している。その一方で、少し離れた200mの空間的範囲では、処置群の価格プレミアムは3時点ともに数パーセントほど減少しており、着手・完了後においては7.5%前後、抜柱後においても11.3%に留まっていることを明らかにした。

このことは、無電柱化事業実施箇所の近接地域や抜柱後に、特に大きな因果的影響が発現しているとともに、実施箇所の近隣の地域住民をはじめとする関係者間の事業完了後の抜柱に向けた合意形成が重要であることを示唆している。近年実施された無電柱化事業区間の中には、長い年月を要し、抜柱年度が未定な区間も少なくない。無電柱化事業の効果最大化の観点からも、関係主体間の円滑な合意形成と迅速な抜柱の実施が求められる。

最後に、本研究における課題として、本研究では、地価公示地点と最寄りの無電柱化整備区間を1対1対応にしたデータセットで分析しているため、無電柱化整備済区間の連続性や空間的集積状況(無電柱化路線のネットワーク形成)については考慮できていない。今後は、固定資産税路線価をはじめとする高密度に整備されている地価データと、無電柱化整備済区間の属性情報を積極的に活用することで、無電柱化路線のネットワーク形成も考慮に入れた因果的影響を実証的に解明する必要がある。

謝辞：京都市建設局道路建設部道路環境整備課の皆様には、京都市電線類地中化実績データの収集・整理に際して、多大なご協力を頂くとともに、京都市「直接埋設方式による電線地中化」検討協議会において、京都市の無電柱化事業に関する様々な情報交換をさせて頂きました。ここに深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) NPO 法人電線のない街づくり支援ネットワーク：電柱のないまちづくり, 学芸出版社, 2010.
- 2) NPO 法人電線のない街づくり支援ネットワーク[編著]: 無電柱化の時代へ, かもがわ出版, 2018.
- 3) 大石洋之, 西名大作, 田中貴宏: 全国の自治体における無電柱化事業の実態に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 77(674), pp.839-846, 2012.
- 4) 小山 暁, 窪田陽一, 深堀清隆, 椎貝英仁: 電線・電柱による錯綜感に関する研究, 景観・デザイン研究論文集,

- No.3, pp.95-102, 2007.
- 5) 石田真二, 亀山修一, 奈良照一, 宮坂純平: 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), pp.1-10, 2011.
 - 6) 松田泰明, 岩田圭佑, 井上利一: ルーラルエリアにおける通信線の景観への影響と単独埋設の有効性について, 土木学会論文集 D3(土木計画学), 72(5), pp.I_559-I_570, 2016.
 - 7) 米本浩也, 村橋正武: 費用対効果を考慮した電線類地中化事業の推進方策に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.697-698, 2009.
 - 8) McNair, B. and Abelson, P.: Estimating the Value of Undergrounding Electricity and Telecommunications Networks. *The Australian Economic Review*, 43(4), pp.376-388, 2010.
 - 9) 足立良男, 井上利一: 電柱のない街並みの経済効果, 住宅新報社, 2011.
 - 10) 朴 鏞元, 張 喜淳, 横田隆司: 無電柱化が地価に及ぼす影響の要因分析-韓国の江原道春川市孝子洞大成路一帯を対象として-, 52(3), pp.1212-1217, 2017.
 - 11) 河野達仁, 瀬賀皓介, 瀬谷 創: ヘドニックアプローチによる無電柱化の便益の計測, 土木計画学研究・講演集 Vol.58, 2018. (CD-ROM)
 - 12) Rosenbaum, P.R. and Rubin, D.B.: The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika* 70, pp.41-55, 1983.
 - 13) 岩本康志, 鈴木 亘, 両角良子, 湯田道生: 健康政策の経済分析: レセプトデータによる評価と提言, 東京大学出版会, 2016.
 - 14) 織田澤利守, 大平悠季: 交通インフラ整備効果の因果推論: 論点整理と展望, 土木計画学研究・講演集 Vol.58, 2018. (CD-ROM)
 - 15) 星野崇宏: 調査観察データの統計科学—因果推論・選択バイアス・データ融合, 岩波書店, 2009.
 - 16) Yen, B.T.H., Mulley, C., Shearer, H., and Burke, M.: Announcement, construction or delivery: When does value uplift occur for residential properties? Evidence from the Gold Coast Light Rail system in Australia, *Land Use Policy*, pp.412-422, 2018.
 - 17) 京都市: 今後の無電柱化の進め方～効率的かつ計画的な無電柱化の整備に向けて～, 2018.
 - 18) Halvorsen, R. and Palmquist, R.: The Interpretation of Dummy Variables in Semilogarithmic Equations, *The American Economic Review*, 70(3), pp.474-475, 1980.
 - 19) Cameron, A.C., Gelbach, J.B., and Miller, D.L.: Robust Inference with Multiway Clustering, *Journal of Business & Economic Statistics*, 29(2), pp.238-249, 2011.

(2019. 3. 7 受付)

Causal Effect of Undergrounding and Utility Pole Removal Projects on Nearby Land Prices Considering the Timing of the Project Start, Underground Work, and Removal

Tetsuharu OBA

In this study, specific spatial panel dataset is built using listed land price data from FY 2000 to FY 2018 as well as past data on undergrounding projects in Kyoto City until FY 2017, which was collected and sorted in collaboration with Kyoto City. This data is used to estimate the causal effect of undergrounding and utility pole removal projects on nearby land prices considering project start, underground work completion, and existing utility pole removal dates via a difference-in-difference (DID) technique.

Based on the panel data from FY 2010 to FY 2018, a price premium (i.e., marginal effect) of 12.5% is observed upon the completion of utility pole removal projects, if the spatial range of the treatment group is defined as 50 meters from the site where the utility pole removal project is conducted. On the other hand, a price premium of 7.5% is observed, if the spatial range of the treatment group is defined as 200 meters from the site. Additionally, to consider the difference in the timing of the effect appearance, the causal effect at the project start, underground work completion, and existing utility pole removal is examined. There is a larger effect after pole removal than project start or underground work completion.