空港の交通利便性が都市の経済活動に与える影響:
イノベーションの観点から

氏名：生田 直輝
学籍番号：2242131e

所属研究室：末石直也研究室

提出年月日：2026 年 1 月 15 日

概要

本稿では、空港への交通利便性がイノベーションに及ぼす影響について、日本の特許データを利用して考察した。具体的には、空港の移転や空港へのアクセス鉄道が開業したことで、特許の共同発明の量・質が増加したかを分析した。

先行研究は、都市と都市を結ぶ都市間交通の改善が、イノベーションの促進効果をもたらすことを明らかにしているものの、都市間交通の利用のしやすさの差異がイノベーションに与える影響は考慮していない。空港や高速鉄道の駅など、都市間交通を利用するための施設は、歴史的経緯や地形的制約のため、都心から離れた場所に建設されることもあれば、都心に近い場所に建設されることもある。そのため、都市によって都市間交通の利用のしやすさは異なっており、それによって都市間交通の改善によるイノベーションの促進効果もまた異なってくることが考えられる。確かに、先行研究は、航空便の就航や高速鉄道の整備、航空運賃の低下といった都市間交通そのものの改善が、イノベーションを促進することを明らかにしている。一方で、空港の位置や都市内部の交通網といった差異がある中で、都市間交通の改善は全ての都市に同じような効果をもたらすかどうかは、明らかになっていない。

また、都市内の交通網の改善がイノベーションを促進することも、先行研究では明らかになっているものの、都市内部の変化が他の都市とのイノベーションに与える影響は明らかになっていない。都市内部の交通網の改善は、都市内部の移動を円滑にするだけでなく、都市間交通の利用のしやすさにも影響する。したがって、都市内部の交通網の改善は都市外部とのイノベーションにも影響を与えることが考えられる一方で、この点に先行研究は踏み込めていない。

そこで本稿では、空港アクセスの良さの違いという点に着目して、都市内部の変化が都市外部とのイノベーションに影響を与えるかという点を、特許の共同研究の量や質のデータを用いて明らかにする。

最初に、線形モデルを用いて、記述的な分析を行った。具体的には、2015 年に申請された特許のデータを用いて、空港までの距離が共同研究の量・質に影響するかどうかを分析した。結果としては、量・質ともに影響はあるものの、その影響は小さいものであることが明らかになった。

続いて、差の差法を用いて、記述的な分析で明らかになった関係が因果関係と呼べるものかを分析した。具体的な事例としては、以下の二つを取り上げた。

第一に、空港が移転したことで、空港への交通利便性が変化した事例として、広島空港の事例を取り上げた。既存の場所が拡張性に欠けていたなどの理由によって、広島空港は広島市内から市外へ 1993 年に移転している。これにより、広島市などの都市圏は広島空港までの距離が遠くなってしまったが、広島空港までの距離が近くなった都市圏も存在し、負の効果と正の効果の両方が観測できる事例として、広島空港の移転を取り上げることは望ましい。

第二に、都心と空港との距離が一定のままで、空港アクセスが改善した事例として、仙台空港アクセス鉄道の開業という事例を取り上げた。空港の位置を政策的に変更することは不可能であることを踏まえると、政策的に重要であるのは空港までの交通手段へ適切に投資することで利便性を向上させることである。仙台空港は 2007 年に都心までを結ぶ鉄道が開業しており、この点を分析するうえで望ましい事例である。

結果として、広島空港の移転により空港までの距離が遠くなった都市圏においては、平均して共同申請特許件数が 6% 程度減少していることが明らかになった。これは先行研究において明らかになった都市間交通の改善や都市内部の交通網の充実による効果と比較すると、極めて小さいものである。また、仙台空港アクセス鉄道の開業は、共同研究の量・質が改善したと解釈しうる結果を得た。これらの結果から、空港までの距離が遠くなるとイノベーションに悪影響が出る可能性と、その悪影響は交通インフラへの投資で克服できる可能性の二つが示唆された。

以上の分析から本稿では、空港のアクセスの良さの違いは、都市圏をまたぐ共同研究の量・質に影響を与えているものの、その効果はわずかなものであるということを明らかにした。これは、既存の先行研究の都市間交通の改善による効果は、空港アクセスの違いによって消失してしまうほどのものではない可能性を示唆するものであり、既存研究の政策的インプリケーションを補強する結果である。同時に、今後の実証研究においては、空港アクセスの良さによる効果の異質性を検証することも一定の価値があるという点も示唆する結果となった。

目次

第 1 章　序論 1

1.1　はじめに 1

1.2　先行研究の整理 2

第 2 章　データ 7

2.1　データの詳細 7

2.2　空港までの距離と共同研究の関係 9

2.3　小括 11

第 3 章　分析 16

3.1　分析の背景と分析手法 16

3.2　空港移転によるイノベーションの変化 19

3.3　空港アクセスの改善 21

3.4　小括 23

第 4 章　結論 32

付録 A　補論 ii

第 1 章　序論

1.1　はじめに

イノベーションの経済学や都市経済学の実証研究では、都市間を結ぶ交通網の充実 (Catalini et al. 2020; Dong et al. 2020) や、都市内部の交通網の発達 (Koh et al. 2025) がイノベーションに正の効果をもたらすことが明らかになっている。しかしながら、これらの研究は交通インフラの利便性の差異による効果の違いを考慮に入れていない。実際には、都心から空港までの距離や高速鉄道の駅までの距離は都市によって異なっており、交通インフラ改善の効果はこのような違いによって異質性を持つことが考えられるものの、このような都心から見た都市間交通の利用しやすさの違いを明示的に分析した研究は少ない。

そこで本稿では、先行研究において分析しきれていない、交通インフラの利便性の差異がイノベーションに影響するかを、特許の共同発明の量・質を用いて検証する。そして、分析対象として広島空港の移転と仙台空港アクセス鉄道の開業という二つの事例を取り上げる。

広島空港は 1993 年に広島都心の交通至便な場所から、広島市外の山間部へと移転した (図 1.1)。この移転は旧空港の立地上拡張が難しかったことによるものであるほか (小和田 1990)、空港を広島市外へ移転し、他の地域から空港に行きやすくすることで、広島市以外の発展も促進し「県土の均衡ある発展」を意図したものでもあった[1]。そのため、この移転には移転によって、便益を得た都市と損失を被った都市が存在する。この点は、空港アクセスが改善することによる効果と空港アクセスが悪化することによる効果の両方を観察できるという点で、他の事例よりも分析上望ましいものである。

また、重要なのは空港までの直線的な距離でなく、移動時間という意味での距離であるということも考えられる。仙台空港には 2007 年に仙台都心までをつなぐ鉄道路線が開業した。これは、都心までの直線的な距離が変わらないままで、都心からの利便性が向上した事例である。もし空港が都心から離れた立地であったとしても、適切にアクセス交通を整備すれば、その負の効果は克服できるかもしれない。この点を検証するうえで、仙台空港アクセス鉄道の開業という事象は望ましいものであるといえる。

[1] 広島経済特集——「中四国の中枢都市」へ、空、空港核に地域開発。. 日本経済新聞. 1994-4-19, 朝刊, p.30。

結果として、広島空港の移転による利便性の低下は、わずかながらも他都市とのイノベーションを阻害する効果を持つ可能性が示唆された。さらに、インフラ投資による空港アクセス改善は特許の共同申請特許件数に正の影響を与える可能性が示唆された。交通利便性低下による効果はわずかなものであることは、先行研究の政策インプリケーションを補強するものである。それと同時に、わずかながらも効果が存在することは、今後の実証研究において交通インフラの利便性、特に都心からの時間的・直線的距離のような交通利便性の差異による効果の違いというものが、検証するに値する価値を持つ可能性を示唆している。

また、本稿の分析は既存の空港アクセスについて分析した研究に、経済活動への影響という新たな視点を追加する。このようなアクセス改善による効果について、空港利用者の厚生改善という面に着目した研究 (村上他 2005) やアクセス手段による空港滞在時間の違いについての研究 (向井・円山 2023) など、空港利用者の立場で利便性向上が利用者にとってどのような便益をもたらすかという視点での研究がなされている。一方で、これらの研究はあくまで利用者の利便性という視点にたった分析であり、その変化が都市の経済活動にもたらす影響については踏み込めていない。本稿ではこの点をイノベーションという観点から分析することにより、空港アクセスの改善を巡る議論にイノベーションの促進という新たな視点を提供する。

1.2　先行研究の整理

空港を建設する効果について、McGraw (2020) はアメリカの中小規模の都市に焦点を当てた分析をした。彼は第二次世界大戦が終わってから商業的な航空機による旅客輸送事業が本格化したことに着目し、1900 年から 2010 年までのアメリカの各都市の雇用や人口についてのセンサスデータを合成コントロール法によって分析した。結果的に、空港のあった都市はそうでない都市より平均的に、3.9% 雇用の成長率が大きくなったこと、ならびに 3.4% 人口成長率が大きくなったことを明らかにした。

さらに、航空便の存在については Giroud (2013) による、企業内の投資行動に着目した研究が存在する。一般に、銀行やベンチャーキャピタルなどは、モニタリングコストの関係から地理的・物理的に近い企業に対してより積極的に投資をすることが、先行研究の中で明らかにされている。その一方で彼は、移動時間という点に着目し、それが近い工場・支店に対

して、企業が多くの投資をすることを明らかにした。従来の先行研究は地理的な距離の近さに着目しているものの、移動時間のほうがより直接的に本社と工場の近接性を表現しているほか、工場の立地そのものは企業の選択による内生的なものである。したがって、特に本社と工場のモニタリングコストについて論じる際は、航空便の有無といった企業にとって外生的なもので分析する必要があると彼は考察した。そして実際、アメリカ国内の工場のセンサスデータを分析した結果、新規航空便の就航によって本社との移動時間が短くなった工場は、8% から 9% 程度投資が増加し、1.2% から 1.3% 生産性が上昇したことが確認された。この効果は直行便の就航のみならず、新規航空便就航による乗り継ぎ回数の減少があった場合でも観測され、企業が工場を作ったために航空路線が出来たという逆の関係はないことが示されている。さらに、この効果は管理職が工場の数や本社と工場の距離に対して少ないような、時間の制約が大きい企業において、大きく出ることを明らかにした。加えて、IT 技術の発展前はこの効果が強く出ていた一方、IT 技術の発展にしたがって効果は小さくなっていることを明らかにしている。

航空便による移動時間の短縮効果のみならず、高速鉄道の建設に着目した研究も存在する。Inoue et al. (2017) は北陸新幹線 (東京〜金沢) が 1997 年に長野まで部分開業したことを自然実験として捉え、イノベーションの観点から新幹線開業の効果を分析した。彼らは北陸新幹線の高崎[2]から長野までの区間沿線を処置群、長野から金沢までの区間沿線を対照群として分析し、処置群に含まれる申請者による特許の申請件数が 4.6% 増加したことを示した。さらに、東京の発明者との共同研究は増加していない一方で、処置群に含まれる特許における東京の発明者が申請した特許の引用数が増加していることを明らかにしている。このことから、新幹線の開業によるイノベーションの促進効果は、共同研究の増加を通じてではなく、新幹線沿線の発明者たちが容易に大都市の展示会などに行けるようになり、先進的な技術に触れる機会が増加したことによるものであると彼らは結論付けた。

さらに、時間の意味での移動コストだけでなく、価格の意味での移動コストも、経済活動に影響することを明らかにした研究も存在する。Catalini et al. (2020) は、格安航空会社 (サウスウエスト航空) の参入によってアメリカの航空運賃が大きく下がったことに着目し、サウスウエスト航空の参入による移動コストの削減が、学術的な共同研究にどのような影響

[2] 東京〜高崎の区間は上越新幹線としてすでに開業済みであったため、分析から除かれている。

を与えたかを分析した[3]。その結果として、サウスウエスト航空の新規就航によって、化学の分野における共同研究は 30% から 110% 増加し、同様に他の分野においてもサウスウエスト航空の新規就航により共同研究が増加したことが明らかになった。さらに彼らは、この移動コスト減少による効果が、同じ地域の研究者と比べてより優秀な研究者たちにとって特に有益であることを予測し、実際にサウスウエスト航空就航によって、周囲の研究者より生産的な共著者たちの生産性がより上昇したことを明らかにした。また、移動コスト低下によって増加した共同研究の質・種類については、(i) 被引用回数が多く質の高い研究が増加すること、(ii) 複雑な情報のやり取りが必要なため、対面での会話の価値が高い学際研究において、効果が高いこと、(iii) 実験設備が重要となるような研究が増加すること、(iv) 従来はあまり研究されてこなかった新規性の高い研究が増加することを明らかにしている。

このように、都市と都市を結ぶ都市間交通の発達が経済活動、特にイノベーションに対して与える影響については多くの研究が存在する。一方、Koh et al. (2025) は地下鉄という都市内部の交通網の発達が、都市内部のイノベーションに与える影響について分析した。彼らは、2008 年の北京オリンピックをきっかけとして、北京の地下鉄ネットワークが急激に伸びていったことに着目した。そして、地下鉄ネットワークの充実が特許の申請件数・共同申請件数にどれだけ影響したかについて、北京全体を 5km × 5km のメッシュに分けて分析した。その分析の結果、地下鉄の開業によって 30 分以上の移動時間短縮が実現したメッシュ間では平均して 2.94% 特許の共同申請が増加したことが明らかになった。さらに、この地下鉄による効果は、(i) 特に直線距離で離れたメッシュ間で大きくなること、(ii) 地下鉄の開業による居住地の変化によるものでなく、同じ場所に住み続けている発明者たちによるものであること、(iii) 生産性の高い地域において大きくなることなどを明らかにしている。

以上のように、交通インフラ整備によって移動コストが低下したことにより、イノベーションなどの都市の経済活動が促進されることが、先行研究によって明らかにされている。しかし先述の通り、これらの分析は都市内部の構造の差異がもたらす都市の経済活動への影響は十分に検討されていない。現実には、空港の位置や交通網の充実の度合いといった都市内部の構造の違いにより、都市間を結ぶ交通インフラ整備による効果は十分異なってくることが考えられる。

確かに Koh et al. (2025) により、都市内部の交通網の改善という都市内部の変化がイノ

[3] これによる航空ネットワークの変化は起きていない (Catalini et al. 2020, p. 3345)。

ベーションを促進することは明らかになっている。しかしながら、彼らの研究は北京という大都市の内部のイノベーションに焦点を当てたものである。そのため Catalini et al. (2020) や Inoue et al. (2017) が論じたような、中小都市の優秀な研究者が大都市の豊富な研究者ネットワークにつながりやすくなるという視点からの分析が不足している。Catalini et al. (2020) はサウスウエスト航空の就航による移動コスト低下は、優秀ではあるものの何らかの事情によって中小規模の都市で研究しているため、大都市の優秀な研究者たちのネットワークにアクセスしづらい研究者たちにとって有益であると論じている。また同様に、Inoue et al. (2017) は北陸新幹線が長野まで開業したことの効果は、長野の発明者たちが大都市たる東京において行われる最先端の研究についての情報をより容易に得られるようになったことによるものであるとしている。すなわち、この文脈の中では共同研究者や情報という点で大都市より劣位な環境に置かれている中小都市の研究者たちが、移動コストの低下を通じて大都市の共同研究者たちとマッチングしやすくなったり、大都市で積極的に先進的な研究に触れる機会が増加したりすることによるイノベーションの促進効果が重要視されている。

もちろん Koh et al. (2025) は、先行研究の中で通勤という側面から主に分析されていた都市内部の交通網に、都市内部のイノベーションを促進する側面があることを明らかにしたという点で画期的な研究である。しかしながら、都市内部の交通網の変化は、空港や高速鉄道の駅といった都市間の交通インフラの利用しやすさをも改善しうる変化である。そのため、都市内の交通網という都市内部の変化についての分析は、都市内部のイノベーションのみならず、都市外との共同研究の増加によるイノベーション促進効果も検討する必要がある。

特に、空港アクセスの良さの違いという点を例に挙げると、この点は現実の政策の中でも重要なものとして認識されている。実際に、羽田空港[4]や神戸空港[5]、熊本空港[6]など、日本各地の空港ではアクセス鉄道整備によって空港の利便性を向上させる政策が、検討・実行されている。さらに、拡張のため都心から離れた地域へ空港の移転が行われた広島では、地元財界より都心から交通至便であった旧空港を残すべきという声が移転直前になって出てきた。その結果、廃止が決まっていた旧空港は、一転して存続することとなった (山本 1993,

[4] （変わりゆく東京）蒲蒲線、事業化へ第一歩. 朝日新聞. 2025-1-18, 朝刊, 東京北部版, p.25。

[5] 神戸空港と三宮直結、新地下鉄構想　国際便の就航を見据え、市が需要やルート調査へ. 神戸新聞. 2023-1-1, 神戸新聞 NEXT, https://www.kobe-np.co.jp/news/sougou/202301/0015933654.shtml,（参照 2025-12-14）。

[6] 空港アクセス鉄道「上下分離方式」に　３４年度末開業へ　県、ＪＲ九州と合意. 朝日新聞. 2025-10-2, 朝刊, 熊本全県版 p.19。

p.23)。このように、空港アクセスの良さは人々の間で重要な問題として認識されているにもかかわらず、既存研究でこの点を明示的に分析したものは少なく、空港アクセスがもたらす効果についての経済学的知見は不足している。

以上で議論したように、先行研究では都市と都市を結ぶ交通網の充実や大都市内部の交通網の充実による効果が明らかにされている一方で、都市内部の構造の違いが都市をまたいだイノベーション活動にもたらす影響については、分析が不足している。したがって本稿では、広島空港の移転や仙台空港アクセス鉄道の開業といった事象を用いた疑似実験的な分析を通じて、空港までの直線的・時間的な距離の差異が、他の都市とのイノベーション活動に与える影響を検討し、先行研究に新たな知見を追加する。

本稿の構成は次の通りである。まず第 2 章において、本稿全体で利用するデータセットの構築手順を述べ、さらに空港までの距離と特許の共同申請特許件数の間に関係があるかどうかを、記述的に分析する。第 3 章では、空港の交通利便性が特許の共同研究の量・質に対して与える因果効果を、広島空港の移転という交通利便性が悪化した事例及び、仙台空港アクセス鉄道の開業という交通利便性が改善した事例を用いて分析する。最後に第 4 章において、分析結果から示唆される含意と今後の課題について述べる。

背景地図：国土地理院 (淡色地図)

図 1.1: 新旧広島空港と周辺都市圏の市役所の位置

第 2 章　データ

本章では、本稿で用いるデータについてその詳細と全体の傾向を述べる。まず 2.1 節において、利用するデータの入手元や構築方法について述べ、2.2 節において、空港までの距離と特許の共同件数の間に関係が存在することを確かめる。最後に 2.3 節において、データの傾向についての小括を述べる。

2.1　データの詳細

2.1.1　特許データ

本稿では、イノベーションにおける都市間での協働の指標として、都市圏をまたいだ共同研究の量・質を用いる。そして、その量・質の指標として、異なる都市圏に住む発明者によって発明された特許の数を利用する。なお特許についてのデータは、『IIP パテントデータベース』の 2024 年版を利用する (中村 2016)。このデータベースは 1964 年以降に日本で出願公開・登録された特許について、その特許の出願日や申請者・発明者の氏名・住所、引用関係などのデータが収録されている。

このデータベースから、発明者の住所と特許の引用についての情報を利用し、日本のすべての都市圏のペアの共同申請特許件数についてのデータセットを構築した。具体的な構築手順は次のとおりである。まず発明者の住所テキストを Municipality Map Maker(桐村他 2011) より入手した 2015 年時点の日本の市区町村データと照合し、特許データに対して発明者の住所の市町村コードを付加した。本稿の分析対象は、都市を跨いだ共同研究であるため、発明者が一人しかいない特許及び、すべての発明者の住所が同一である特許はデータから除いた[7]。最後に、付加した市町村コードを用いて、都市圏ペアごとの共同申請特許件数を集計した。なお、都市圏の定義は金本・徳岡 (2002) によって提案された都市雇用圏 (Urban

[7] この他、住所テキストに「府中市」とだけあり、東京都府中市・広島県府中市のどちらを指すのかが不明なケースなど、住所テキストから市町村の特定ができないデータがあった。この場合は、その発明者についての情報のみを除いている。

Employment Area ; UEA) を採用している。

なお集計に際して、発明者の居住地が 3 つ以上の都市圏にまたがる特許については、すべての都市圏ペアについて、件数を加算している。例えば、A・B・C の 3 つの都市圏に住む発明者たちによる特許があった場合、A-B・B-C・A-C の 3 つの都市圏ペアの共同申請特許件数が加算される。

さらに、特許の質を測る指標として、特許の引用関係のデータを利用した[8]。この特許の引用回数も共同申請特許件数と同様に、3 つ以上の都市圏にまたがる特許があった場合には、関連するすべての都市圏ペアについて、引用回数を加算している。なお、引用回数を加算する時点は、特許が申請された時点と同時点である。

2.1.2 空港と都市圏について

空港のデータについては、「国土数値情報 (空港時系列データ)」(国土交通省)[9]を利用した。このデータは日本の各空港の、設置・閉鎖・移転した年や滑走路延長、ジェット機発着の有無といった情報を収録した、GIS データである。以降の章の各分析では、データ年や処置年時点において都市圏の中心から一番近い空港を各都市圏に対応させている。ただし、ジェット機が発着できない空港に関しては、データから除いた。

なお、都市圏の中心としては、都市雇用圏の中心市町村の市町村役場の位置を利用した。この市町村役場の位置のデータは、「国土数値情報 (市区町村役場データ)」(国土交通省)[10]を利用している。また、都市圏の規模の指標として、『社会・人口統計体系』(総務省統計局)[11]より入手した人口データを利用している。さらに、航空ネットワークのデータとして、国土交通省『航空輸送統計年報』[12]の国内定期航空路線別索引及び、「航空輸送統計調査」(国土交

[8] 『IIP パテントデータベース』に含まれる引用関係のデータは審査官引用と呼ばれる、主に拒絶理由を示すためのものである (中村 2016, pp.86-7)。この審査官引用について、山田 (2009) は被引用回数が特許の更新確率を有意に説明することを示し、審査官引用であっても被引用回数は特許の質を示す指標として有用であるとした (山田 2009, pp. 95-110)。本稿ではこの分析に則り、複数の都市圏の発明者によって行われた共同研究の質の指標として、その特許が受けた引用の数を利用する。

[9] https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N08-2021.html

[10] https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-P34.html

[11] https://www.e-stat.go.jp/stat-search/database?page=1&toukei=00200502&tstat=000001111376 より入手した。

[12] 平成 5 年〜9 年のものを利用した。

通省) の国内定期航空空港間旅客流動表[13]を利用している。

2.2 空港までの距離と共同研究の関係

2.2.1 モデル

本節では、2015 年時点の共同申請特許件数ないし被引用数を用いて、都市の中心から空港までの距離と共同研究の量・質との間に関係があるのかを、OLS(Ordinary Least Square) によって分析する。この分析で用いるデータの記述統計は、表 2.1 の通りである。また、回帰式は以下に示す通りである。

$$Patent_{ij} = \alpha + \beta AccessDist_{ij} + \mathbf{X}_{ij}\gamma + \varepsilon_{ij} \tag{2.1}$$

ただし、$Patent_{ij}$ は都市圏 i および j に住む発明者たちによって行われた共同研究の数、またはその特許が受けた引用の数である。$AccessDist_{ij}$ は都市圏 i, j 両者の中心[14]から、一番近い空港までの距離の和 (単位は 10km) である。$\mathbf{X}_{ij}$ は共変量である。共変量としては、都市圏 i, j 間に航空便が就航しているかについてのダミー変数 (Connect)、都市圏 i, j の人口の和の対数 (Log population)、都市圏 i, j の中心同士の距離 (UEA dist、単位は 10km) を用いる。

2.2.2 結果

共同申請特許件数を被説明変数としたときの結果は表 2.2 に示されている。

興味のある変数 $AccessDist$ を見ると、何もコントロールしていない状況では負で有意となり、係数は-0.042 となっている (1 列目)。表 2.2 において、被説明変数は実数値であるため、これはアクセス距離の 10km の増加が、共同申請特許件数の 0.042 件の減少をもたらす関係があることを示している。一方、航空便就航ダミー (Connect) の係数を見ると、単回帰の場合が 0.222 で有意 (2 列目) で、3 列目の $AccessDist$ とともに重回帰した場合では 1.367 となっている。両者ともに近い値を示しており、航空便が就航した場合は平均的に 1.1

[13] https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003173907 より入手した。

[14] 2.1.2 項で述べた通り、都市圏の中心とは UEA における中心市町村の市町村役場の位置である。

〜1.3 件特許が多くなるという関係が示されている。このとき、$AccessDist$ の標準偏差が 1 上がると、共同研究が 0.151 件 (3.6×0.042) 減少することを踏まえると、アクセス距離よりは空港同士が直行便で繋がっているかどうかのほうが重要である可能性が考えられる。ただし、この 2 つを比較するには、$AccessDist$ が連続変数である一方、航空便就航ダミーはバイナリの変数であるという違いに注意が必要である。

都市圏をまたぐ共同研究は、都市の規模が大きい都市間で行われることが考えられる。そのため、都市の規模の指標として都市圏同士の人口の和をコントロールした分析もした。すると $AccessDist$、航空便就航ダミーともに有意な結果は得られなかった。これは、共同申請特許件数にこれらの変数が与える影響はあるものの、全体としては都市規模 (人口) のほうが遥かに説明力を持っていることを示している。

被引用件数を被説明変数としたときの結果は、表 2.3 に示されている。結果の表からは、共同申請特許件数を被説明変数としたときと同様の傾向が読み取れる。すなわち、$AccessDist$ の結果は負で有意で、空港までの距離が 10km 遠くなると、特許の被引用件数が 0.2 件程度減少するという関係が示されているものの、この結果は航空便就航ダミーの係数 (1.158 及び 1.367) と比べると小さいものである[15]。さらに、人口をコントロールした場合には、これらの係数は有意ではなくなってしまう。以上のことから、共同研究の質に関しても、空港までの距離や航空便の有無が与える影響はあるものの、それは遥かに小さいものであるということがいえる。

以上のように、空港までの距離と共同研究の量・質には僅かな関係性があることが分かった。しかし、表 2.1 の記述統計表から読み取れる通り、被説明変数に利用している共同申請特許件数や被引用件数は極めて 0 の多いデータである。そこで、本稿では念のため、Zero-Inflated Negative Binomial(ZINB) モデルを用いて、その限界効果を分析する。

その結果は、表 A.9 に示した通りである。概ね OLS による分析と同様の結果が示されている[16]。人口をコントロールした下での $AccessDist$ の係数は負で有意となったものの、係数の値は-0.008 や-0.012 と極めて小さい。したがって、効果は存在するものの、その大きさ

[15] $AccessDist$ の標準偏差 (3.6) が 1 上がったとき、特許の被引用件数は 0.72 件 (3.6×0.2) 減少し、航空便就航ダミーの係数より小さい。

[16] 航空便就航ダミー (Connect) の係数は、人口をコントロールした場合に負で有意となっている。これは、人口が一定の下で航空便が就航している都市圏ペアを比較した場合、航空便が就航している都市圏ペアは距離が離れているケースが多いため、このような結果となっていると考えられる。実際に、都市圏間の距離も同時にコントロールした場合は負の効果が小さくなっている。

はわずかなものであるという解釈は変わらない。

2.2.3　航空便就航都市間に限定した分析

空港までの距離が影響するのは、航空便が就航している都市間が主であると考えられる。そこで本節ではデータを航空便が就航している都市圏ペアに限って分析を行った。

結果は、表 2.4 の通りである。概ね表 2.2 及び表 2.3 と同様の結果となっているが、係数の値は大きくなっている。さらに、ZINB モデルの結果が表 A.13 に示されているが、これも全てのデータを使った場合と同様の結果が出ている。この結果を踏まえると、航空便が利用可能な都市圏ペアの中では、空港までの距離が短いことによる移動時間の短縮効果がより大きく出ることが考えられる。したがって、後に続く第 3 章では、処置群を処置を受けた空港との直行便が就航している都市としている。

2.3　小括

以上、空港までの距離と共同研究の件数の関係を記述的に考察してきた。結果として、空港までの距離は、共同研究の量・質に対して影響を与えているものの、その大きさは僅かなものであり、むしろ航空便の有無や都市規模など別の指標のほうが大きな影響を与えていることがわかった。

しかしながら、本章の分析には注意が必要な点がある。例えば、都市圏の中心の定義がある。本章の分析では、都市圏の中心を UEA の中心市町村の市町村役場に設定しているものの、行政の中心が経済活動 (特にイノベーションに関わるもの) の中心とは限らない。そして、適切な中心の定義としては、都市圏に一番近い大規模な大学の位置や地価がもっとも高い位置など、無数に考えることができ、どれが適切かは検討の余地がある。

そのため、次の第 3 章では、空港が移転した事例や鉄道の開業によって空港までのアクセス時間が改善した事例を分析し、空港の交通利便性とイノベーションとの間にある因果関係をより精緻に分析する。

表 2.1: 各変数についての記述統計表

	N	Mean	SD	Min	P25	Median	P75	Max
共同申請特許件数	24531	0.170	3.873	0.000	0.000	0.000	0.000	386.000
被引用数	24531	0.850	19.925	0.000	0.000	0.000	0.000	2011.000
アクセス距離 ($AccessDist$)	24531	7.910	3.567	0.524	5.249	7.648	10.282	22.207
都市圏間距離	24531	66.747	46.228	0.430	28.885	58.871	94.419	287.685
都市圏人口の和 (対数値)	24531	13.048	1.030	10.586	12.348	12.912	13.638	17.674

表 2.2: 空港までの距離と共同申請特許件数の関係

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
(Intercept)	0.501***	0.123***	0.471***	-7.241***	-7.133***	-7.184***	0.787***	0.317***	-7.037***	0.762***	-6.964***
	(0.095)	(0.018)	(0.086)	(1.225)	(1.227)	(1.195)	(0.141)	(0.048)	(1.209)	(0.134)	(1.170)
AccessDist	-0.042***		-0.045***	0.004		0.002	-0.049***		0.002	-0.052***	-0.000
	(0.009)		(0.010)	(0.003)		(0.003)	(0.010)		(0.003)	(0.011)	(0.004)
Connect		0.222*	0.264*		0.112	0.109		0.227*		0.277**	0.115
		(0.098)	(0.106)		(0.083)	(0.086)		(0.098)		(0.107)	(0.085)
log Population				0.565***	0.558***	0.560***			0.556***		0.550***
				(0.096)	(0.095)	(0.093)			(0.095)		(0.092)
UEA dist							-0.003***	-0.003***	-0.001**	-0.004***	-0.001***
							(0.001)	(0.000)	(0.000)	(0.001)	(0.000)
Num.Obs.	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531
R2	0.001	0.001	0.002	0.022	0.022	0.022	0.003	0.002	0.022	0.004	0.023
R2 Adj.	0.001	0.001	0.002	0.022	0.022	0.022	0.003	0.002	0.022	0.004	0.022

note:* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$。括弧内は標準誤差 (HC2)。被説明変数は都市圏ペアの共同申請特許件数。AccessDist は都市圏ペアにおける両都市圏の中心から最も近い空港までの距離の和。Connect は都市圏の中心から最も近い空港間に航空便が飛んでいるかのダミー変数。log Population は都市圏ペアの人口の和の対数値。UEA dist は都市圏ペアの中心間の距離。

表 2.3: 空港までの距離と被引用件数の関係

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
(Intercept)	2.480***	0.607***	2.325***	-36.933***	-36.236***	-36.631***	3.922***	1.588***	-35.933***	3.793***	-35.547***
	(0.491)	(0.090)	(0.443)	(6.397)	(6.398)	(6.238)	(0.724)	(0.243)	(6.315)	(0.688)	(6.114)
AccessDist	-0.206***		-0.223***	0.028		0.019	-0.241***		0.015	-0.259***	0.005
	(0.047)		(0.052)	(0.015)		(0.018)	(0.052)		(0.017)	(0.058)	(0.020)
Connect		1.158*	1.367*		0.598	0.577		1.184*		1.431**	0.609
		(0.509)	(0.549)		(0.432)	(0.444)		(0.511)		(0.555)	(0.443)
log Population				2.879***	2.833***	2.852***			2.834***		2.802***
				(0.501)	(0.495)	(0.487)			(0.497)		(0.481)
UEA dist							-0.017***	-0.015***	-0.005**	-0.018***	-0.005***
							(0.003)	(0.003)	(0.001)	(0.003)	(0.001)
Num.Obs.	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531
R2	0.001	0.001	0.002	0.022	0.022	0.022	0.003	0.002	0.022	0.004	0.022
R2 Adj.	0.001	0.001	0.002	0.022	0.022	0.022	0.003	0.002	0.022	0.004	0.022

note:* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$。括弧内は標準誤差 (HC2)。被説明変数は都市圏ペアで申請された特許の被引用件数。AccessDist は都市圏ペアにおける両都市圏の中心から最も近い空港までの距離の和。Connect は都市圏の中心から最も近い空港間に航空便が飛んでいるかのダミー変数。log Population は都市圏ペアの人口の和の対数値。UEA dist は都市圏ペアの中心間の距離。

表 2.4: 空港までの距離と共同申請特許件数の関係 (航空便就航都市間)

	(1)	(2)	(3)	(4)
PanelA: 共同申請特許件数				
(Intercept)	1.491**	-10.693***	2.184**	-9.975***
	(0.474)	(3.116)	(0.739)	(2.829)
AccessDist	-0.133**	0.010	-0.140**	0.001
	(0.044)	(0.009)	(0.047)	(0.011)
log Population		0.830***		0.814***
		(0.243)		(0.237)
UEA dist			-0.009*	-0.007*
			(0.004)	(0.003)
Num.Obs.	5152	5152	5152	5152
R2	0.005	0.024	0.006	0.025
R2 Adj.	0.004	0.023	0.006	0.024
PanelB: 被引用件数				
(Intercept)	7.568**	-55.266***	11.227**	-51.443***
	(2.462)	(16.201)	(3.847)	(14.691)
AccessDist	-0.671**	0.063	-0.713**	0.019
	(0.228)	(0.049)	(0.243)	(0.055)
log Population		4.278***		4.197***
		(1.266)		(1.232)
UEA dist			-0.048*	-0.035*
			(0.019)	(0.015)
Num.Obs.	5152	5152	5152	5152
R2	0.004	0.023	0.006	0.024
R2 Adj.	0.004	0.023	0.006	0.024

note:* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$。括弧内は標準誤差 (HC2)。PanelA における被説明変数は都市圏ペアの共同申請特許件数。PanelB における被説明変数は都市圏ペアの特許が得た被引用件数。AccessDist は都市圏ペアにおける両都市圏の中心から最も近い空港までの距離の和。log Population は都市圏ペアの人口の和の対数値。UEA dist は都市圏ペアの中心間の距離。

第 3 章　分析

本章では、空港の交通利便性が悪化した事例として、1993 年の広島空港の移転を、空港の交通利便性が向上した事例として、2007 年の仙台空港アクセス鉄道の開業という事象をそれぞれ取り上げて分析する。まず 3.1 節において、分析する事象の背景と、分析手法やデータの詳細を述べ、次いで 3.2 節において広島空港の移転を処置とみなした分析の結果の解釈を述べる。続いて、3.3 節において仙台空港アクセス鉄道の開業を処置とみなした分析の結果を述べ、最後に 3.4 節において、本稿の結果と先行研究の結果を比較・検討する。

3.1　分析の背景と分析手法

3.1.1　広島空港

広島空港は 1961 年、広島市臨海部の都心から車で 15～20 分程度の位置に、1200m の滑走路を持つ空港として開港した。その後、1967 年には滑走路を 1800m に延長し、1979 年には B-737 の就航によりジェット化を果たすなど、順調に拡張を続けていた。しかし、広島市の中心部に近いという利点は、かえって騒音・環境問題を引き起こす、拡張が難しくなるといった欠点にもなっていた (小和田 1990, p.93)。

そのため、1982 年には広島県・広島市が設置した広島空港基本問題協議会において、現空港の拡張は「現空港の位置する地理的条件からみて、運航条件、環境条件が厳しく、また建設条件および事業費の面でも新空港建設案に劣り、さらに周辺の既存施設に与える影響も大きいため困難」であり、市外の移転候補地は「広島市からの利便性では劣るがアクセス整備の努力により克服可能である」として、新空港を建設すべきという答申が出された (小和田 1990, p.93)。その結果として、1993 年、広島空港は現在の位置に移転している (図 1.1)。なお、旧空港は廃港となる予定であったが、1991 年から地元財界は東京便存続の上で旧空港を残す陳情をし、結果的にコミューター空港としてしばらくは存続した (山本 1993, p.23)。

3.1.2 分析手法の検討

以上で見た通り、旧広島空港は市街地にあり、アクセスの面では有用であったものの、環境面や拡張性の面で最終的には広島市外へ移転するに至った。そこで本章では、この空港移転を自然実験的状況と捉え、空港移転が広島空港周辺の都市圏のイノベーションに与えた影響を分析する。具体的な手法としては、Callaway and Sant'Anna (2021) の手法を実装した R の `did` パッケージを用いて、差の差法 (Difference in Difference; DiD) による分析をする。

空港の移転によって移動コストが増加することにより、それまで広島から航空便で行き来していたような都市圏との共同研究にかかるコストは増加することが考えられる。そのため、処置群は広島空港の移転により影響を受けた都市圏ペア、すなわち広島空港周辺の都市圏と広島空港との航空便がある都市圏のペアとする。

DiD による分析にあたっては、並行トレンドを仮定する必要がある。すなわち、もし広島空港の移転という処置がなかった場合、処置群の都市圏ペアの被説明変数は、対照群の都市圏ペアのものと同様のトレンドで成長していくとする仮定である。広島空港が立地上不利な点で開港し、その後移転を余儀なくされたことは歴史的偶然であり、もともと研究開発において (および都市の経済規模において) 有利であるために広島空港が移転したとは言い難い。広島が都市として発展していたから、移転せざるを得なかったという批判はあり得るものの、広島空港の移転にあたっては、都心に空港を残す圧力も存在した (山本 1993)。このことを踏まえると、結果的に広島空港が移転し、旧空港の長距離便が廃止という形で決着したのを、歴史的偶然として理解する点に大きな疑義はないと考えられる。

しかしながら、対照群の中には東京-大阪ペアのような大規模都市圏のペアもあれば、人口 5 万人未満の小規模な都市圏のペアも存在する。そのため、広島空港周辺の地域と対照群のトレンドが並行であるという仮定は満たされないかもしれない。そのため本章では、都市圏ペアの人口の和を共変量として加えることで、都市規模が同じという条件の下での並行トレンドを仮定した分析もする。なお、変数のバランスについては、表 A.5 に示している。

この条件付き並行トレンドを仮定した下で、DiD の ATT(Average Treatment effect on the Treated) を推定する場合、従来は固定効果と時間効果をコントロールした TWFE(Two-Way Fixed Effect) モデルの回帰式に、線形の形で共変量を追加することが一般的であった。しかし近年、このような形で共変量を追加すると、本来推定したい ATT が推定できないことが指摘されている (Caetano and Callaway 2024)。すなわち、TWFE によって推定され

た ATT とされている推定量は(i) 共変量ごとの加重平均にバイアス項を加えたものとなり、DiD の ATT として解釈できない、(ii) 時間可変の共変量を入れた場合、本来はその値の水準が似通ったサンプル同士を比較すべきところ、その値の変化が似通ったサンプル同士の比較をしてしまう[17]、(iii) 加重平均のウェイトを分析者が制御できず、場合によっては負の値を取り得るといった問題点を抱えている。

これらの問題点は主に、TWFE モデルの中に条件付き並行トレンドの仮定が明示的に含まれていないことに起因するものである。条件付き並行トレンドを仮定した DiD の分析は、共変量が似通った個体同士での比較をしている一方、TWFE 推定量はそのような比較の結果として解釈できるものではない。一方で、Callaway and Sant'Anna (2021) によって提案された手法では、AIPW(Augmented Inverse Probability Weighting) 推定量を利用することで、傾向スコアという形で条件付き並行トレンドの仮定を明示的に取り入れている。したがって、共変量を加えた DiD の分析をするためには、TWFE モデルよりも AIPW 推定量を利用した手法のほうが望ましい。本稿では共変量を加えた分析、Callaway and Sant'Anna (2021) の手法を実装した `R` の `did` パッケージを利用する。

なお、`did` パッケージがデフォルトの設定で出力するイベントスタディプロットは、TWFE によって出力したものとは解釈が異なる (Roth 2024)。本稿では Roth (2024) に従い、`base_period = "universal"`を指定し、TWFE モデルによるものと同様に解釈できるイベントスタディプロットを示している。

3.1.3 サブサンプル

広島空港は、広島の都心部から離れた位置に移転したが、これにより空港までが近くなった都市圏も存在する[18]。そのため、ここでは次のような複数のデータセットを用いて分析する。すなわち、(i) すべての都市圏ペアについてのデータ (FullData)、(ii) 移転によって空港までの距離が近くなった都市圏ペアを削除し、負の処置を受けたサンプルに処置群を絞ったデータ (FarAway)、(iii) 移転によって空港までの距離が遠くなった都市圏ペアを削除し、

[17] 時間不変の共変量を追加したとしても、それらは固定効果変換によって消えてしまう。

[18] 第 1 章で述べた通り、実際に広島空港の移転先が現在の場所に決まったのは、「県土の均衡ある発展」が一つの目的としてあった (広島経済特集——「中四国の中枢都市」へ、空、空港核に地域開発. 日本経済新聞. 1994-4-19, 朝刊, p.30.)。

正の処置を受けたサンプルに処置群を絞ったデータ (Near) の 3 つである。

また、2.2 節での分析でも問題になったように、本稿で扱っているデータはゼロを多く含む。これは、日本のすべての都市雇用圏のペアを分析単位としているため、データの中につながりが全く無い小規模な都市圏が含まれていることによるものである。そのため、本章では分析期間中 (処置前後 10 年) に渡って共同申請特許件数が 0 であった都市圏ペアを削除したデータセット (FarDropZero, NearDropZero) による分析を行う。また、Koh et al. (2025) にならって被説明変数に逆双曲線正弦変換 (Inverse Hyperbolic Sine transformation; IHS) をしたデータセット (FullDataIHS, FarAwayIHS, FarDropZeroIHS, NearIHS, NearDropZeroIHS) による分析もする[19]。

3.2 空港移転によるイノベーションの変化

共変量をコントロールしなかった場合の結果が表 3.1 に示されている。なお、以降で示す DiD による分析結果の ATT とは、分析期間 (処置前後 10 年) すべてについてそれぞれ ATT($ATT(t)$) を推定した後、その平均処置効果を処置後の期間について平均を取ったものである。

共同申請特許件数・被引用数ともに、実数による分析では有意な結果は得られなかった。一方で、IHS 変換を行ったものの推定結果は、移転により空港から離れた都市圏については、ゼロの観測を落としたデータ (FarDropZeroIHS) が負で、空港に近づいた都市圏についてはゼロの観測を落としたものと落としてないもの双方 (NearIHS, NearDropZeroIHS) が正でそれぞれ有意となった。これは、対数変換を行った場合 (表 A.19) の結果と概ね同じような結果となっている。

一方、共変量 (人口、距離) をコントロールした場合の結果は表 3.2 の通りである。コントロールしなかった場合と比べると、実数による分析でも、有意な結果が一部見られるほか、IHS 変換を行った結果については負の処置を行った場合が負で、正の処置を行った場合が正

[19] Koh et al. (2025) では、データにゼロが含まれた下で “logarithmic-like” な変換を行うために、IHS 変換を行ったとしている。その係数の解釈については、“a similar interpretation to that of a standard logarithmic specification“、すなわち、対数を取った場合と同様であるとしている (Koh et al. 2025, p.484)。本稿では被説明変数に対数を取った分析も行い、係数が IHS 変換のものと概ね近いことから、Koh et al. (2025) による対数と同様であるという解釈を採用する。

でそれぞれ有意な結果が得られている[20]。共同申請特許件数について、イベントスタディプロット (図 3.1、図 3.3) をそれぞれ見比べると、共変量をコントロールしたもののほうが、信頼区間が狭くなっているほか、処置前の期間における係数がよりゼロに近いため、より精緻な分析ができていると考えられる。

ここで、共変量をコントロールした場合の係数の値を見てみると、空港までの距離が遠くなった都市圏においては特許の共同研究が 6%、被引用数が 11% 低下した。さらに、この効果は全く共同研究が行われていないサンプルを排除すると、更に大きくなる。これは、都市間交通ネットワークの形状などにより共同研究が行われ得ないほどつながりが薄い都市圏ペアが存在するためだと考えられる。その影響を取り除いた場合、空港が遠くなることで共同申請特許件数が 14%、被引用数が 25%、それぞれ減少する。

また、空港が近くなる処置を受けた場合については、共同申請特許件数は 3% 程度、被引用件数は 6% 程度増加することが読み取れる。更に全く共同研究が行われていないペアを除外すると、前者の増加幅は 16%〜17% 程度、後者は 25%〜28% 程度にまで上昇する。しかしながら、イベントスタディプロット (図 3.5、図 3.6) を見るとプレトレンドの成立が疑われる状況であることがわかる。すなわち、これは並行トレンドの仮定が満たされていない可能性があり、この結果の妥当性は他の結果よりも疑わしいものである。

以上の結果から、空港までの距離が変化すると、それまでより遠くなった都市圏に対しては、共同研究の量・質両方に対して負の効果があり、それまでより近くなった都市圏に対しては正の効果があることが明らかになった。したがって、2.2 節において示された空港の距離と共同研究の量・質の関係は単なる相関ではなく、因果関係を示唆している可能性が高い。

さらに、図 3.3 のイベントスタディプロットを見ると、空港の移転から時間が経つにつれて、処置効果が大きくなっていることがわかる。これは、空港移転当初は空港が遠くなったことによる不便さが認識されていないものの、時間が経つにつれてその不便さが認識され始めた結果、研究者の流出によって共同研究が減少していったことによるものと考えられる。

以上のように、本節の分析によって僅かでありかつ、ゼロが多いというデータの偏りによる影響は排除しきれないものの、空港が都心に近いことによりイノベーションが促進される可能性が示唆された。一方、実際の政策を考える上で、空港アクセスを改善するために空港

[20] IHS 変換や対数変換を行った場合に有意な結果が増えるのは、データの外れ値の影響が抑えられたためだと考えられる。

を都心へ移転するということは、極めて実現可能性が低いものである。実際、広島空港が都心から離れた位置に移転せざるを得なかったのは、騒音問題など空港が持つ負の外部性による面が大きい (山本 1993)。したがって、現実的な政策を考える上で重要なのは、空港までの距離が変わらずに鉄道などの新たな交通機関によって空港アクセスの時間が短縮されたとき、何が起こるかという点であると考えられる。さらに本章における分析では空港が近くなったことによる効果については、プレトレンドが成立しており並行トレンドの仮定の成立が疑われるため、信頼できるものではなく、空港が近くなることの効果を適切に推定できていない。続く 3.3 節では、この点について、2007 年に開業した仙台空港アクセス鉄道に着目して分析する。

3.3 空港アクセスの改善

本節では、空港移転などによる空港の位置の変化がない状況下で、空港アクセスが改善した事例として、仙台空港アクセス線の開業という事例を考察する。仙台空港アクセス鉄道は 2007 年に開業し、仙台空港と仙台都心部を移動するための交通機関として重要な役割を果たしている。前節では空港の移転によって、空港までの距離が変化した事象を分析していたが、本節では空港までの距離が変わらない状況での空港アクセスの改善効果を検討することになる。

分析方法については、これまでと同様のものを採用している。すなわち、手法は Callaway and Sant'Anna (2021) を実装した R の did パッケージを利用した。また、処置群についても同様に、仙台空港周辺の都市圏と航空便でつながっている都市圏のペアが処置効果を受けると考える。また、すべてのデータを用いた (FullData) 分析の他に、分析期間 (処置年 (2007 年) の前後 10 年) 中ずっと共同申請特許件数がゼロであったサンプルを除いたデータセット (DropZero) を用いた分析のほか、Koh et al. (2025) と同様の被説明変数に IHS 変換を行った分析もしている。

並行トレンドの仮定についても、これまでと同様に考えることができる。仙台空港アクセス鉄道の開業は、仙台空港との航空便が就航している都市との間の共同研究に影響を与えることが考えられる。一方で、航空便ではなく鉄道や自動車で往来するのが一般的な近距離の都市との間の共同研究については影響を与えないと考えられる。そして、もし鉄道の開業が

なかったとき、前者と後者のケースで共同研究のトレンドが異なることは考えにくい。しかしながら、都市規模や都市圏との距離によって全体としての共同研究のトレンドが異なることは考えられる。そのため、同様に都市規模 (人口) や都市圏間の距離を共変量として追加し、条件付き並行トレンドが成立していると仮定した分析も行っている。また、変数のバランスについては表 A.7 に示した通りである。

3.3.1　結果

結果は表 3.3 に示されている通りである。実数による分析結果によれば、人口や距離をコントロールした下の ATT は正で有意となっている。しかしながら、IHS 変換や対数変換 (表 A.18) を行うとこれらの係数の有意性は消失している。イベントスタディプロット (図 3.7、図 A.13、図 3.9、図 A.15) を見比べても、どちらの場合もプレトレンドはないものの、全体としては同じような傾向を示している。

この結果は、仙台空港アクセス鉄道開業によるイノベーション促進の効果は存在しているものの、その効果は極めて小さいものであったためであることを意味する。実際に、開業当初の仙台空港アクセス鉄道は、自家用車などからの利用者転移がうまく進んでいなかった[21]。大都市に比して公共交通機関の発達していない地方都市では、自家用車などによる送迎が重要な役割を果たしているため、このような結果になったことが考えられる。

一方で、外れ値による影響も考えられる。対数変換や IHS 変換は外れ値の影響を軽減するものである。実数値の分析では有意な結果であり、全体として処置により 0.4 件 (FullData) から 1.2 件 (DropZero) 程度共同研究の件数が増加し、3.2 件から 8.1 件程度被引用数が増加している。表 A.4 より共同申請特許件数の平均が 0.7 件 (FullData) 及び 2.7 件 (DropZero) であることを踏まえると、効果としてはそこまで小さいとはいえないかもしれない。そのため、実際には処置群の中でも限られた個体に大きな効果があったものの、対数変換や IHS 変換によってその効果が縮小された結果、全体としてこのような結果になったと推察される。

[21] 磯部佳孝.（空港アクセス鉄道１年：下）減った顧客争奪戦　バス、大幅減便も. 朝日新聞. 2008-3-21, 朝刊, 宮城全県版, p.29.

3.4　小括

本章では空港までの距離が変化した事例として、1993 年に移転した広島空港に着目し、これを擬似実験と捉えて分析した。その結果として、広島空港移転によって空港まで遠くなった地域は共同申請特許件数が 6% 減少していることが明らかになった。分析するデータや手法が全く異なる他の研究と単純に比較することには注意が必要であるが、本章における分析で明らかになった結果を他の研究と比較すると、効果は比較的小さいものであることがわかる。

サウスウエスト航空就航による航空運賃の低下は、概ね 30% から 110% 程度共著論文数を増加させている (Catalini et al. 2020)。中国における高速鉄道網の発達は、概ね 11% から 14% 程度の共同研究増加の効果を持っている (Dong et al. 2020)。北京における地下鉄網の発達は、概ね 2.9% ほど特許の共同申請件数を増加させる効果をもたらし、1 時間の移動時間短縮に対して 14.85% から 37.69% の共同研究増加の効果をもたらしている (Koh et al. 2025)。以上の先行研究における効果の大きさと比較すると、本章の分析で明らかになった共同研究の増加幅は小さいものといえる。もちろん、Koh et al. (2025) の 2.9% という数字とは近い。しかしながら、彼らの分析単位は北京という 1 つの都市内部の 5km × 5km メッシュの組であり、都市圏ペアを分析対象にしている本章の分析とは規模が全く異なっている。したがって、空港の移転がイノベーションに与える影響は存在する一方、その効果は北京の 5km × 5km メッシュにおいて実現しうる程度に小さいものである。

さらに、本章では仙台空港アクセス鉄道開業による効果を分析した。結果は実数値による結果は有意であるものの、IHS 変換や対数変換による結果は有意ではないというものになった。この結果については、データの分布の偏りによるものとする解釈と処置群において効果を受けた個体が偏っているとする解釈の 2 通りが考えられる。もし前者の解釈が成り立つならば、公共交通機関による空港アクセスの改善は、都市の経済活動に影響しないということになるかもしれない。一方で、後者の解釈は、不便な位置に空港があったとしてもアクセスのための交通機関を適切に整備することで、その負の効果を十分打ち消すことができるということを示唆している。

本章における分析は、データの偏りによる影響を排除しきれていないため、明確に因果関係を浮き上がらせたものとは言い難い。しかし、本章における分析から(i) 空港が都心から離れ、交通利便性が低下した場合に都市外とのイノベーション活動が阻害される、(ii) 空港

への鉄道整備による交通利便性向上により、都市外とのイノベーション活動が促進される という２つの可能性が示唆された。次の第４章では、これらの点も含めて本稿の分析により示唆された点を整理し、政策的な含意を考察する。

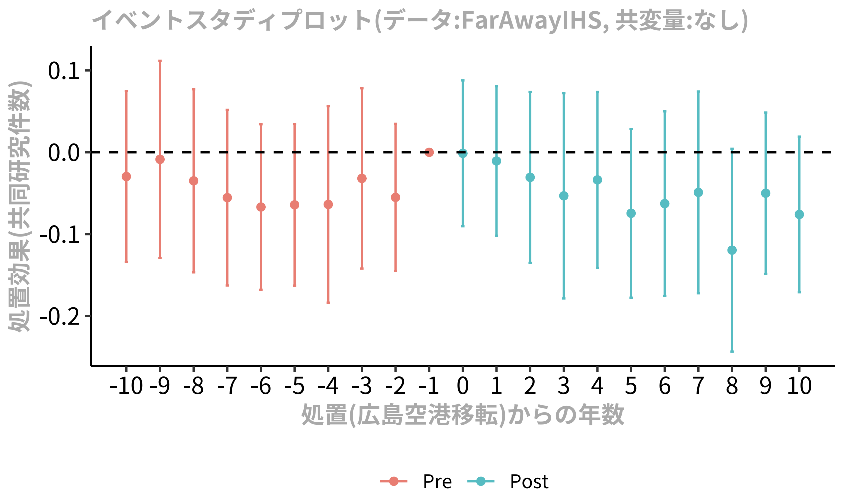

図 3.1: 空港が遠くなった場合のイベントスタディプロット (共同申請特許件数)

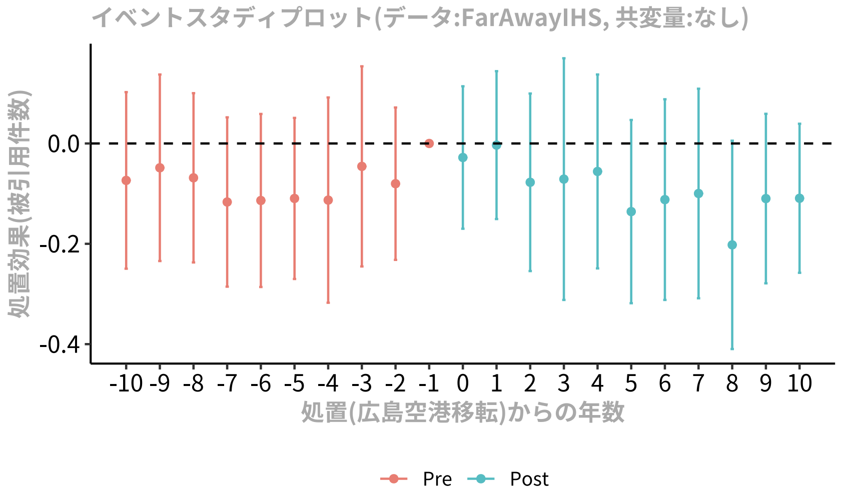

図 3.2: 空港が遠くなった場合のイベントスタディプロット (被引用数)

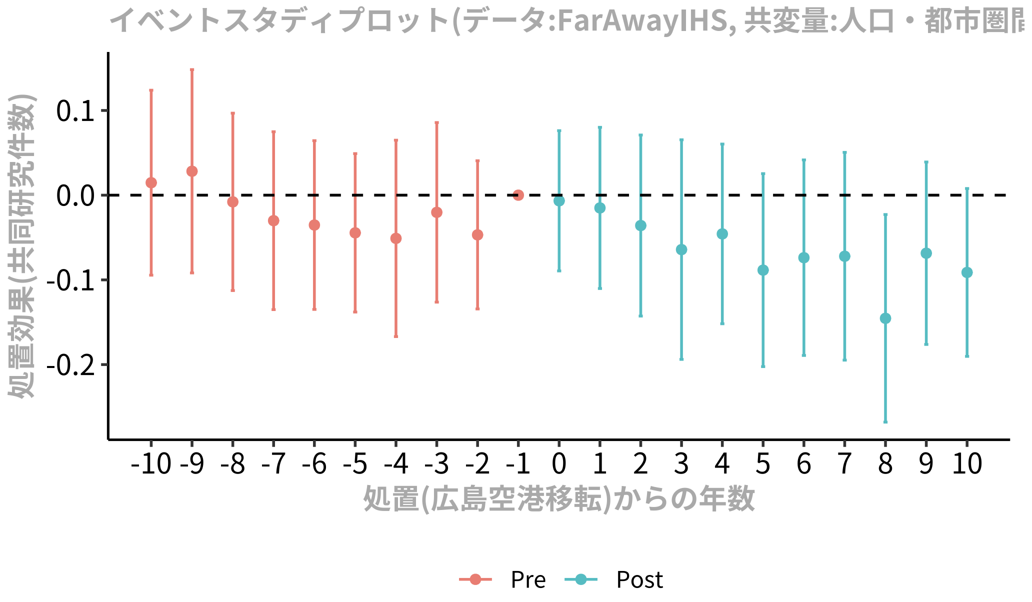

図 3.3: 空港が遠くなった場合のイベントスタディプロット (共同申請特許件数・共変量: 人口･都市圏間の距離)

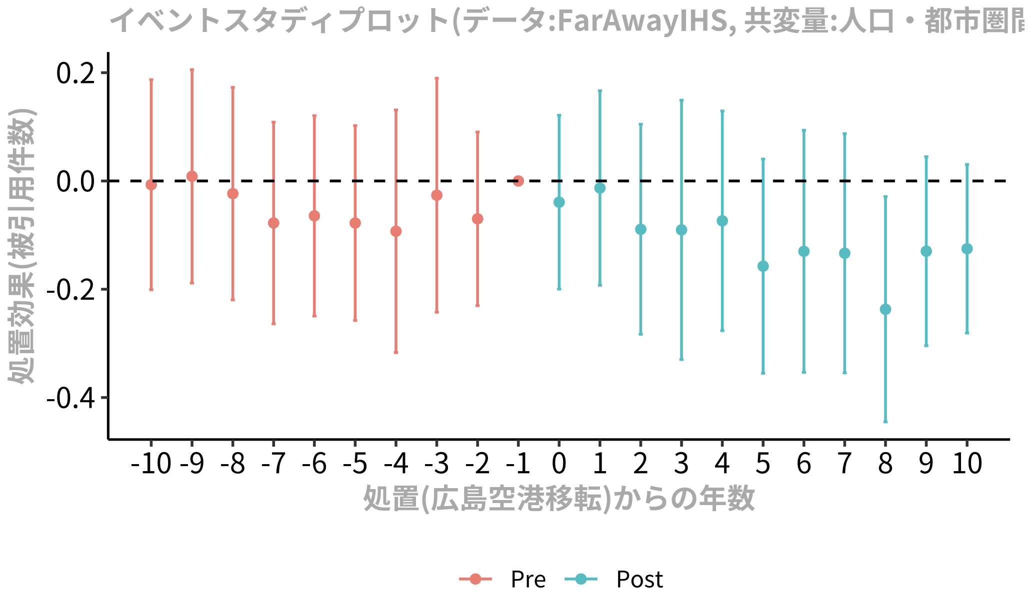

図 3.4: 空港が遠くなった場合のイベントスタディプロット (被引用数・共変量: 人口･都市圏間の距離)

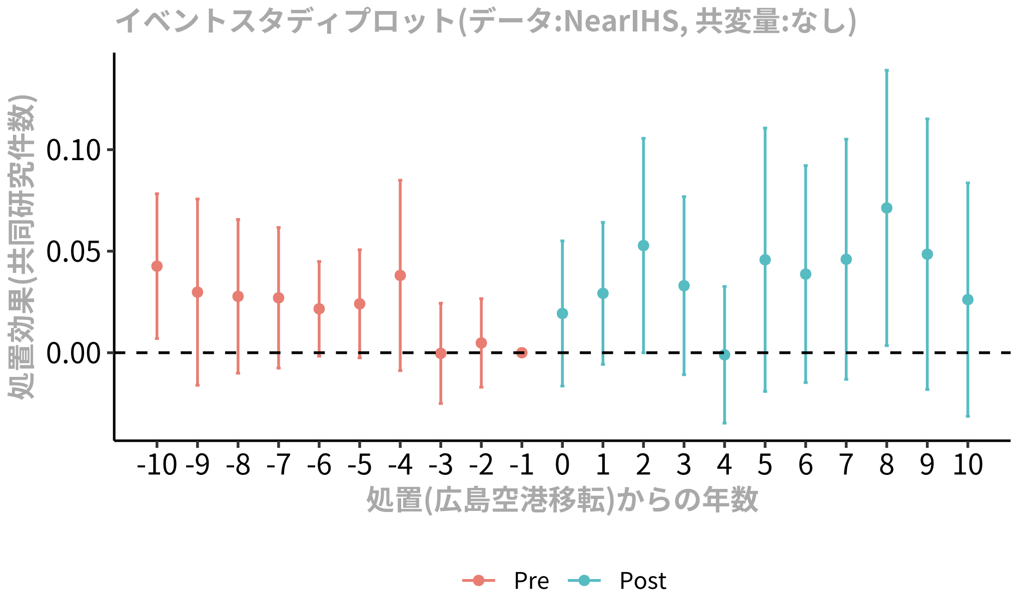

図 3.5: 空港が近くなった場合のイベントスタディプロット (共同申請特許件数)

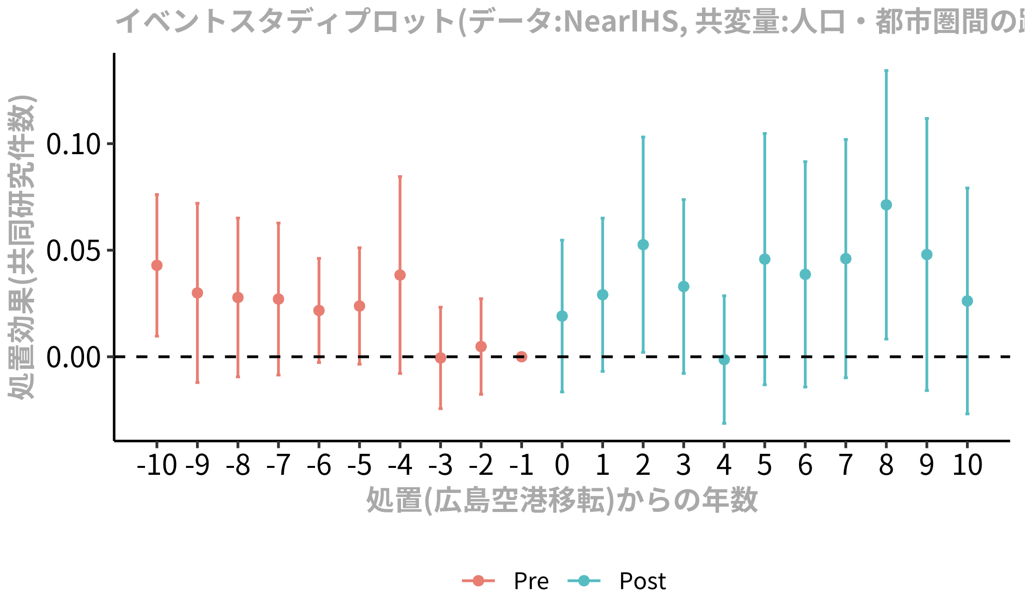

図 3.6: 空港が近くなった場合のイベントスタディプロット (共同申請特許件数・共変量: 人口・都市圏間の距離)

表 3.1: 広島空港移転による処置効果 (共変量: なし)

	FullData	FarAway	FarDropZero	Near	NearDropZero	FullDataIHS	FarAwayIHS	FarDropZeroIHS	NearIHS	NearDropZeroIHS
被説明変数: 共同申請特許件数										
ATT	-0.122	-0.538	-1.478	0.189	0.820	-0.001	-0.051	-0.155*	0.037***	0.161***
	(0.198)	(0.460)	(1.165)	(0.169)	(0.755)	(0.016)	(0.033)	(0.080)	(0.013)	(0.050)
Num. Obs.	24531	23653	5339	23871	5291	24531	23653	5339	23871	5291
Num. Treated	329	141	55	188	43	329	141	55	188	43
被説明変数: 被引用数										
ATT	-0.972	-2.725	-7.469	0.332	1.413	-0.005	-0.091*	-0.274*	0.060***	0.258***
	(0.808)	(1.813)	(4.644)	(0.316)	(1.270)	(0.027)	(0.054)	(0.151)	(0.020)	(0.070)
Num. Obs.	24531	23653	5339	23871	5291	24531	23653	5339	23871	5291
Num. Treated	329	141	55	188	43	329	141	55	188	43

note:* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$。括弧内は都市圏ペアレベルでクラスター化されたブートストラップ標準誤差である。列はサンプルの違いによって分かれている。FullData はすべての都市圏ペアについてのデータ、FarAway は移転によって空港までの距離が近くなった都市圏ペアを削除し、負の処置を受けたサンプルに処置群を絞ったデータ、Near は移転によって空港までの距離が遠くなった都市圏ペアを削除し、正の処置を受けたサンプルに処置群を絞ったデータである。DropZero とあるのは分析期間 (処置前後 10 年) 中ずっと共同申請特許件数が 0 であった都市圏ペアを削除したデータ、IHS とあるのは逆双曲線正弦変換 (Inverse Hyperbolic Sine transformation) を行ったデータである。ATT は、分析期間 (処置前後 10 年) すべてについてそれぞれ ATT($ATT(t)$) を推定した後、その平均処置効果を処置後の期間について平均を取ったものである。

表 3.2: 広島空港移転による処置効果 (共変量: 人口・都市圏間の距離)

	FullData	FarAway	FarDropZero	Near	NearDropZero	FullDataIHS	FarAwayIHS	FarDropZeroIHS	NearIHS	NearDropZeroIHS
Panel.A: 共同申請特許件数										
ATT	-0.165	-0.676	-1.407	0.191	0.936	-0.006	-0.064*	-0.144*	0.037***	0.177***
	(0.197)	(0.468)	(1.150)	(0.170)	(0.692)	(0.017)	(0.034)	(0.085)	(0.014)	(0.046)
Num. Obs.	24531	23653	5339	23871	5291	24531	23653	5339	23871	5291
Num. Treated	329	141	55	188	43	329	141	55	188	43
Panel.B: 被引用数										
ATT	-1.201	-3.485*	-7.164	0.349	2.005*	-0.013	-0.111**	-0.255*	0.059***	0.284***
	(0.845)	(1.960)	(4.931)	(0.290)	(1.134)	(0.027)	(0.056)	(0.151)	(0.019)	(0.070)
Num. Obs.	24531	23653	5339	23871	5291	24531	23653	5339	23871	5291
Num. Treated	329	141	55	188	43	329	141	55	188	43

note:* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$。括弧内は都市圏ペアレベルでクラスター化されたブートストラップ標準誤差である。列はサンプルの違いによって分かれている。FullData はすべての都市圏ペアについてのデータ、FarAway は移転によって空港までの距離が近くなった都市圏ペアを削除し、負の処置を受けたサンプルに処置群を絞ったデータ、Near は移転によって空港までの距離が遠くなった都市圏ペアを削除し、正の処置を受けたサンプルに処置群を絞ったデータである。DropZero とあるのは分析期間 (処置前後 10 年) 中ずっと共同申請特許件数が 0 であった都市圏ペアを削除したデータ、IHS とあるのは逆双曲線正弦変換 (Inverse Hyperbolic Sine transformation) を行ったデータである。ATT は、分析期間 (処置前後 10 年) すべてについてそれぞれ ATT($ATT(t)$) を推定した後、その平均処置効果を処置後の期間について平均を取ったものである。

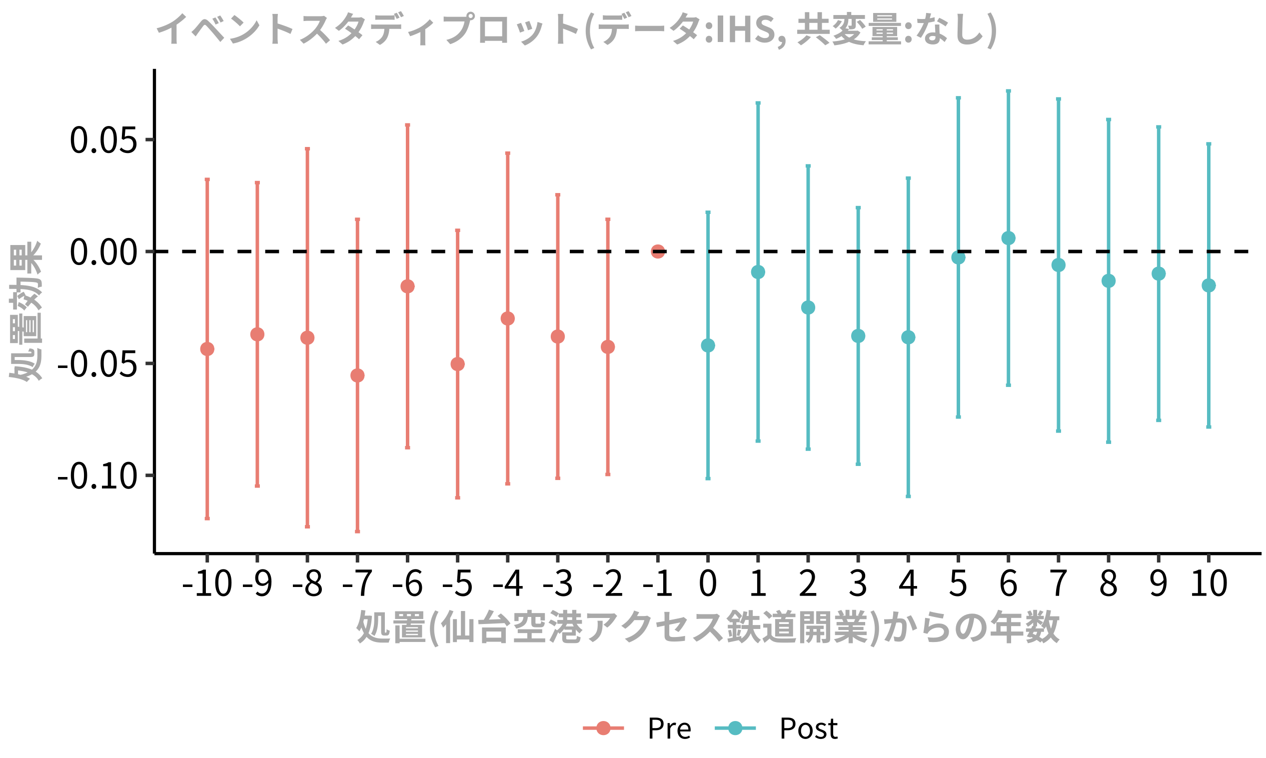

図 3.7: イベントスタディプロット (共同申請特許件数)

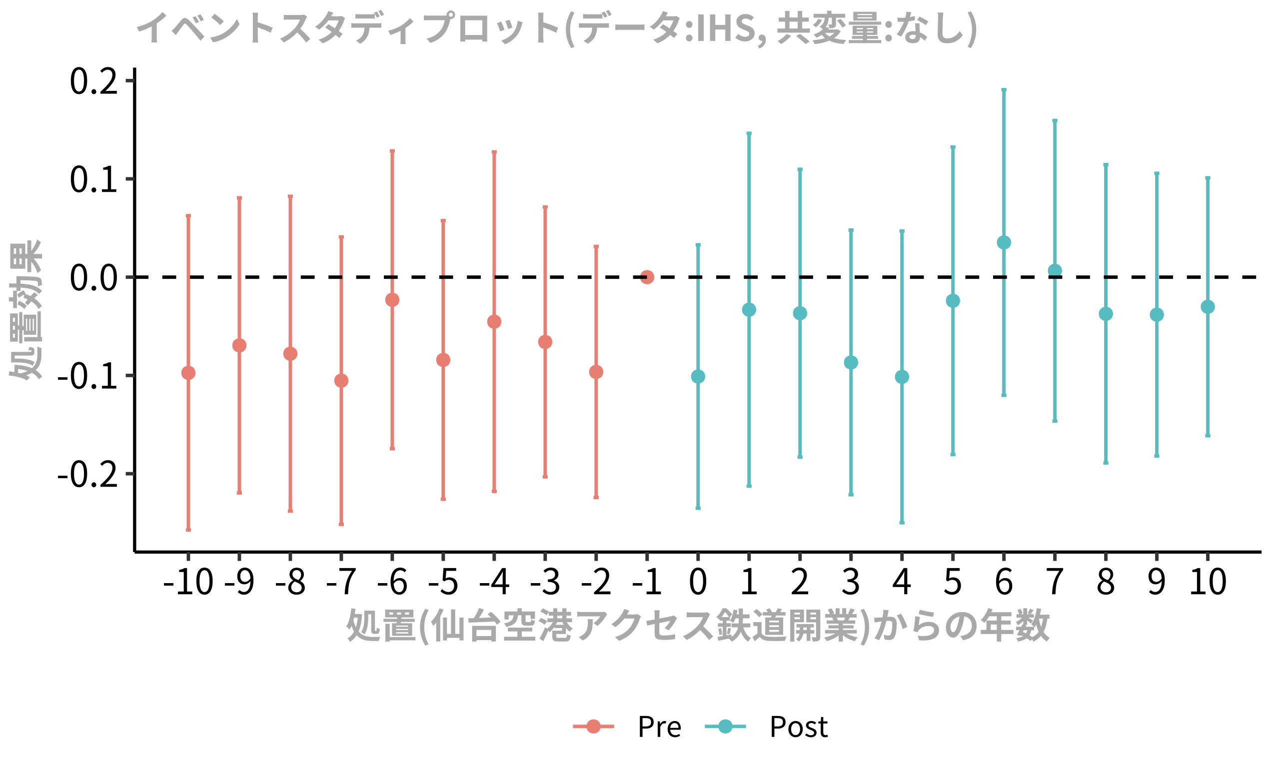

図 3.8: イベントスタディプロット (被引用数)

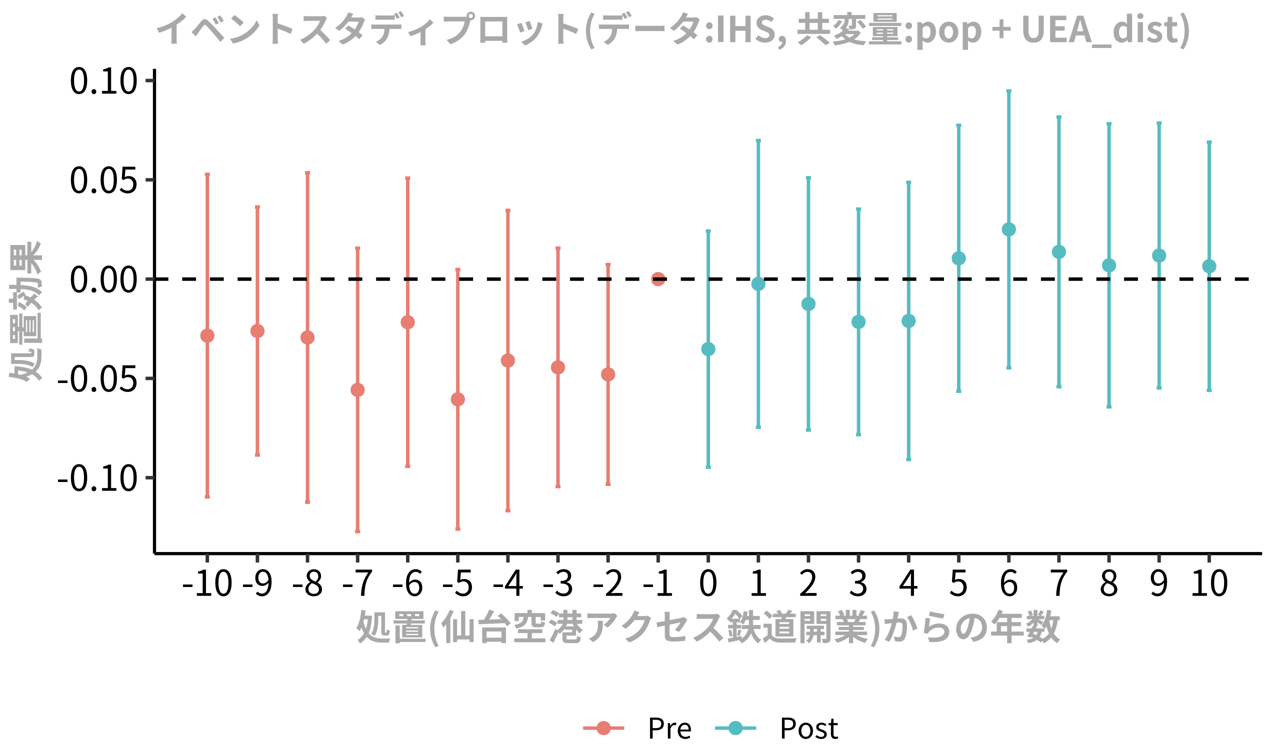

図 3.9: イベントスタディプロット (共同申請特許件数・共変量: 人口･都市圏間の距離)

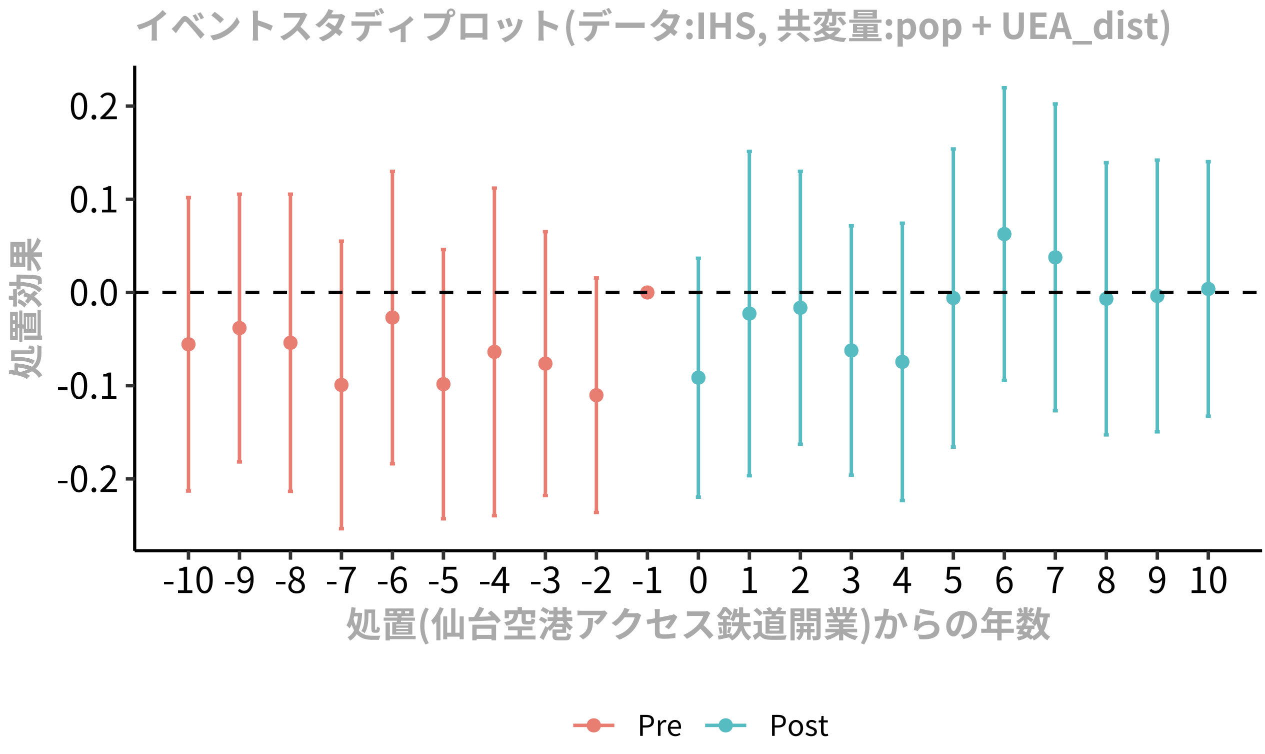

図 3.10: イベントスタディプロット (被引用数・共変量: 人口･都市圏間の距離)

表 3.3: 仙台空港アクセス鉄道開業による処置効果

	FullData	DropZero	IHS	IHS_DropZero	FullData	DropZero	IHS	IHS_DropZero
被説明変数: 共同申請特許件数								
ATT	0.121*	0.522*	-0.018	-0.046	0.462***	1.276***	-0.002	-0.023
	(0.074)	(0.268)	(0.020)	(0.066)	(0.134)	(0.386)	(0.021)	(0.063)
Num. Obs.	24531	6229	24531	6229	24531	6229	24531	6229
Num. Treated	310	92	310	92	310	92	310	92
Covariates	なし	なし	なし	なし	人口･都市圏間の距離	人口･都市圏間の距離	人口･都市圏間の距離	人口･都市圏間の距離
被説明変数: 被引用数								
ATT	-0.227	0.338	-0.041	-0.113	3.221**	8.122*	-0.016	-0.086
	(1.260)	(4.369)	(0.044)	(0.161)	(1.432)	(4.568)	(0.044)	(0.148)
Num. Obs.	24531	6229	24531	6229	24531	6229	24531	6229
Num. Treated	310	92	310	92	310	92	310	92
Covariates	なし	なし	なし	なし	人口･都市圏間の距離	人口･都市圏間の距離	人口･都市圏間の距離	人口･都市圏間の距離

note:* p $<$ 0.1, ** p $<$ 0.05, *** p $<$ 0.01。括弧内は都市圏ペアレベルでクラスター化されたブートストラップ標準誤差である。列はサンプルの違いによって分かれている。FullData はすべての都市圏ペアについてのデータ、DropZero とあるのは分析期間 (処置前後 10 年) 中ずっと共同申請特許件数が 0 であった都市圏ペアを削除したデータ、IHS とあるのは逆双曲線正弦変換 (Inverse Hyperbolic Sine transformation) を行ったデータである。ATT は、分析期間 (処置前後 10 年) すべてについてそれぞれ ATT($ATT(t)$) を推定した後、その平均処置効果を処置後の期間について平均を取ったものである。

第 4 章　結論

第 1 章で述べた通り、先行研究の中で都市と都市を結ぶ交通インフラの改善については十分に分析されている一方、都市間を結ぶ交通インフラの利用のしやすさという点は十分分析されてこなかった。しかしながら、空港までの距離が都市ごとに異なっているように、都市によって都市間交通の利用しやすさは異なっている。確かに、Koh et al. (2025) によりすでに都市内交通の改善による効果は明らかにされているものの、彼らの研究は都市内部のイノベーションに焦点を当てた分析であり、都市内部の変化が都市外との共同研究に与える影響は明らかになっていない。そこで本稿では、都市内部の変化が都市外とのイノベーションを促進するかという課題を設定し、広島空港の移転や仙台空港アクセス鉄道の開業という事象の分析をした。

まず 2.2 節において、空港までの直線距離はわずかながらも都市圏をまたぐ共同研究の量・質と何らかの関係性があることを、直線距離を説明変数とした線形モデル・ZINB モデルによって明らかにした。続いて、3.2 節において広島空港の移転という事象を用いて分析をした。結果として、空港までの距離が離れた都市圏については共同研究が 6% 程度減少し、2.2 節において明らかになった関係が因果関係である可能性が示唆された。そして最後に 3.3 節において、交通インフラの投資による空港アクセスの改善によって、イノベーションは促進されるかという点を、仙台空港アクセス鉄道の開業という事象を用いて分析した。その結果として、交通インフラの存在はわずかながらもイノベーションを促進する可能性が示唆され、たとえ都市圏から空港までの距離が離れてしまったとしても、交通インフラへの適切な投資によって、その負の効果は改善できる可能性を示唆した。

この結果は、今後の空港に関する研究及び空港アクセスに関わる政策決定に重要な含意をもたらすものである。本稿のモチベーションは、従来の先行研究では重要視されていなかった、空港アクセスの違いという点が、都市のイノベーションに影響しうるかという点を検証することであった。結果として、都市のイノベーションに影響する可能性はあるものの、その効果は他の効果と比べるとわずかなものであった。これは、今後の航空便や空港の変化にまつわる実証分析において、空港アクセスによる効果の違いを検討する価値が少なからず存在することを示唆する。一方で、空港アクセスの違いによるイノベーションへの影響はわず

かなものであり、先行研究の結果は空港アクセスの違いを無視したものであったとしても、その根本が揺らぐものではないという点も示唆されている。

しかしながら、本稿の分析にはいくつかの課題点がある。第一に、0 が多いというデータの偏りが分析に与える影響を排除しきれていない点がある。表 2.1 や表 A.3、表 A.4 などの記述統計から読み取れる通り、本稿の分析に用いたデータセットは多くの 0 を含むものであった。そして、それに対応するため対数変換や IHS 変換を行ったものの、頑健な結果は得られず、定式化として実数値による分析と変換を行った上での分析のどちらが正しいかは、明確でない。したがって、空港への交通利便性がイノベーションに与える因果効果を特定するには、0 を多く含むデータに対してより頑健な手法を用いて、精緻な分析をする必要がある。

また、本稿は空港アクセスの違いがイノベーションに影響しうる可能性を示したのみであり、具体的にそれによって既存研究が示している効果がどのように異なってくるかまでは検証できていない。さらに、空港までの交通利便性がイノベーションの促進・阻害の効果を持つとしても、それがどの程度都市の成長に影響するものかという点は、明確ではない。航空運賃の低下などの効果が、空港アクセスの良さによってどの程度異質性を持つのか、そしてその効果の差異が都市の成長に対してどのように影響してくるかという点は、残された研究課題である。

第二に、国際的な共同研究という点についての分析ができていない点がある。空港の移転は大抵が規模の拡大を伴うもので、それにより国際線の増加などを狙う意図がある。また、実際に広島空港の移転によって、海外の発明者との共同研究が多少増加していることがグラフから (図 A.17) も読み取れる。本稿の分析はあくまで国内の共同研究に絞った分析で、国際的な共同研究については踏み込めていない。

第三に、空港の持つ負の外部性を踏まえた分析をできていない点がある。都心近くに空港を建設することには、住民との合意形成や騒音問題への配慮といった大きなコストを伴う。さらに、空港を都心から離れた場所に建設すれば、運用の自由度や拡張性の面でより有利であり、それにより空港を利用できる航空便が増加することによる効果がある可能性もある。本稿は空港が近くにあることによる利点の大きさを測ったものの、それが空港を都心から離すことの利点と比べてどれほど大きいかの定量的な分析はできていない。

最後に、近年のオンライン会議システムの発達による変化を捉えられていない点がある。近年、オンライン会議システムの発達により、対面で会うことの意義は変化しつつある。そのため、移動コストの低下による効果は現代においては小さくなっている可能性があり、政

策的な含意を得るためにはその点を考慮する必要がある。しかしながら、本稿の分析はオンライン会議システムが発展する以前の時代の分析であるため、その点は考慮できていない。

これらの課題は今後の研究によって解決されるべき課題である。

参考文献

Caetano, Carolina and Brantly Callaway (2024) "Difference-in-Differences When Parallel Trends Holds Conditional on Covariates," September, DOI: 10.48550/arXiv.2406.15288.

Callaway, Brantly and Pedro H. C. Sant'Anna (2021) "Difference-in-Differences with Multiple Time Periods," *Journal of Econometrics*, Vol. 225, No. 2, pp. 200–230, December, DOI: 10.1016/j.jeconom.2020.12.001.

Catalini, Christian, Christian Fons-Rosen, and Patrick Gaulé (2020) "How Do Travel Costs Shape Collaboration?" *Management Science*, Vol. 66, No. 8, pp. 3340–3360, August, DOI: 10.1287/mnsc.2019.3381.

Dong, Xiaofang, Siqi Zheng, and Matthew E. Kahn (2020) "The Role of Transportation Speed in Facilitating High Skilled Teamwork across Cities," *Journal of Urban Economics*, Vol. 115, p. 103212, January, DOI: 10.1016/j.jue.2019.103212.

Giroud, Xavier (2013) "Proximity and Investment: Evidence from Plant-Level Data*," *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 128, No. 2, pp. 861–915, May, DOI: 10.1093/qje/qjs073.

Inoue, Hiroyasu, Kentaro Nakajima, and Yukiko Saito (2017) "The Impact of the Opening of High-Speed Rail on Innovation," Discussion Paper 17-E-034, RIETI.

Koh, Yumi, Jing Li, and Jianhuan Xu (2025) "Subway, Collaborative Matching, and Innovation," *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 107, No. 2, pp. 476–493, March, DOI: 10.1162/rest_a_01279.

McGraw, Marquise J. (2020) "The Role of Airports in City Employment Growth, 1950–2010," *Journal of Urban Economics*, Vol. 116, p. 103240, March, DOI: 10.1016/j.jue.2020.103240.

Roth, Jonathan (2024) "Interpreting Event-Studies from Recent Difference-in-Differences Methods," January, DOI: 10.48550/arXiv.2401.12309.

中村健太 (2016)「『IIP パテントデータベース』の開発と利用」,『國民經濟雜誌』, 第 214 巻,

第 2 号，75–90 頁，8 月，DOI: 10.24546/E0040989.
向井明都・円山琢也 (2023)「Gps データを用いた熊本空港利用者の滞在時間推定」，『土木学会論文集 d3（土木計画学）』，第 78 巻，第 5 号，I_505–I_513 頁，DOI: 10.2208/jscejipm.78.5_I_505.
小和田亮 (1990)「新空港建設工事の現況：新広島空港建設工事の現況」，『Airport review』，第 73 巻，92–97 頁.
山本耕三 (1993)「新広島空港の開港に伴う現広島空港の存続問題」，『北海道地理』，第 1993 巻，第 67 号，19–25 頁，DOI: 10.14917/hgs1959.1993.19.
山田節夫 (2009)『特許の実証経済分析』，東洋経済新報社，東京.
村上直樹・枦元淳平・奥村誠・塚井誠人 (2005)「地方空港アクセスが広域的利用に与える影響」，『土木計画学研究・論文集』，第 22 巻，695–701 頁，DOI: 10.2208/journalip.22.695.
桐村喬・中谷友樹・矢野桂司 (2011)「市区町村の区域に関する時空間的な地理情報データベースの開発」，『Gis-理論と応用』，第 19 巻，第 2 号，139–148 頁，DOI: 10.5638/thagis.19.139.
金本良嗣・徳岡一幸 (2002)「日本の都市圏設定基準」，『応用地域学研究』，第 7 巻，1–15 頁.

謝辞

本研究を進めるにあたり、指導教官の末石直也先生及び橋野知子先生・高槻泰郎先生からは、ゼミにて多大なるご指導・ご助言を賜りました。また、京都大学経済学研究科の山﨑潤一先生、オーフス大学経済学部の足立大輔先生からは、研究の遂行や論文の執筆に関して多くのご助言を賜りました。加えて、末石ゼミ及び橋野・高槻ゼミのメンバーの皆様からもこの研究を進めるうえで重要な助言をいくつも頂きました。上に挙げた諸先生方・諸先輩方・学友達のお力添えがなければ、本論文を書き上げることは不可能でした。この場をお借りして、皆様へ心より御礼申し上げます。

第 A 章　補論

表 A.1: 記述統計表 (対数変換・2015 年の特許データについて)

	N	Mean	SD	Min	P25	Median	P75	Max
共同申請特許件数 (対数値)	24531	0.037	0.252	0.000	0.000	0.000	0.000	5.958
被引用数 (対数値)	24531	0.070	0.440	0.000	0.000	0.000	0.000	7.607
アクセス距離 ($AccessDist$)	24531	7.910	3.567	0.524	5.249	7.648	10.282	22.207
都市圏間距離	24531	66.747	46.228	0.430	28.885	58.871	94.419	287.685
都市圏人口の和 (対数値)	24531	13.048	1.030	10.586	12.348	12.912	13.638	17.674

表 A.2: 記述統計表 (IHS 変換・2015 年の特許データについて)

	N	Mean	SD	Min	P25	Median	P75	Max
共同申請特許件数 (IHS 変換)	24531	0.047	0.312	0.000	0.000	0.000	0.000	6.649
被引用数 (IHS 変換)	24531	0.086	0.531	0.000	0.000	0.000	0.000	8.300
アクセス距離 ($AccessDist$)	24531	7.910	3.567	0.524	5.249	7.648	10.282	22.207
都市圏間距離	24531	66.747	46.228	0.430	28.885	58.871	94.419	287.685
都市圏人口の和 (対数値)	24531	13.048	1.030	10.586	12.348	12.912	13.638	17.674

表 A.3: 記述統計表 (広島空港の分析について)

Dataset		N	Mean	SD	Min	P25	Median	P75	Max
FarAway	共同申請特許件数	496713	0.647	14.232	0.000	0.000	0.000	0.000	1993.000
	被引用数	496713	2.034	46.095	0.000	0.000	0.000	0.000	6505.000
	都市圏間距離	496713	67.099	46.480	0.430	28.943	59.138	94.834	287.685
	対数人口	496713	13.108	0.962	10.859	12.455	12.985	13.628	17.567
FullData	共同申請特許件数	515151	0.632	13.980	0.000	0.000	0.000	0.000	1993.000
	被引用数	515151	1.983	45.275	0.000	0.000	0.000	0.000	6505.000
	都市圏間距離	515151	66.747	46.227	0.430	28.884	58.871	94.435	287.685
	対数人口	515151	13.105	0.960	10.859	12.452	12.981	13.636	17.567
Near	共同申請特許件数	501291	0.627	14.135	0.000	0.000	0.000	0.000	1993.000
	被引用数	501291	1.972	45.789	0.000	0.000	0.000	0.000	6505.000
	都市圏間距離	501291	66.934	46.382	0.430	28.965	58.941	94.639	287.685
	対数人口	501291	13.093	0.961	10.859	12.440	12.969	13.621	17.567

表 A.4: 記述統計表 (仙台空港の分析について)

Dataset		N	Mean	SD	Min	P25	Median	P75	Max
DropZero	共同申請特許件数	130809	2.783	30.821	0.000	0.000	0.000	1.000	2194.000
	被引用数	130809	23.805	263.150	0.000	0.000	0.000	2.000	19 946.000
	UEA 間距離	130809	44.096	34.640	0.515	16.277	34.882	65.244	267.266
	人口 (対数)	130809	14.025	1.068	10.823	13.364	13.862	14.396	17.636
FullData	共同申請特許件数	515151	0.707	15.578	0.000	0.000	0.000	0.000	2194.000
	被引用数	515151	6.045	133.007	0.000	0.000	0.000	0.000	19 946.000
	UEA 間距離	515151	66.612	46.169	0.515	28.785	58.754	94.351	286.288
	人口 (対数)	515151	13.098	0.997	10.729	12.423	12.966	13.659	17.636
IHS	共同申請特許件数	515151	0.115	0.527	0.000	0.000	0.000	0.000	8.387
	被引用数	515151	0.236	0.969	0.000	0.000	0.000	0.000	10.594
	UEA 間距離	515151	66.612	46.169	0.515	28.785	58.754	94.351	286.288
	人口 (対数)	515151	13.098	0.997	10.729	12.423	12.966	13.659	17.636
IHS_DropZero	共同申請特許件数	130809	0.452	0.970	0.000	0.000	0.000	0.881	8.387
	被引用数	130809	0.930	1.747	0.000	0.000	0.000	1.444	10.594
	UEA 間距離	130809	44.096	34.640	0.515	16.277	34.882	65.244	267.266
	人口 (対数)	130809	14.025	1.068	10.823	13.364	13.862	14.396	17.636

表 A.5: 広島空港移転についてのバランステーブル (共変量: 人口・都市圏間の距離)

Variable	Unadjusted Diff	Adjusted Diff	Adjusted Var. Ratio
FullData			
prop.score	0.175	-0.037	0.685
人口	0.188	-0.001	0.813
都市圏間の距離	-0.204	0.002	0.202
FarAway			
prop.score	0.312	-0.153	0.454
人口	0.527	-0.004	0.485
都市圏間の距離	-0.137	0.001	0.218
FarDropZero			
prop.score	1.399	-3.737	0.005
人口	0.008	0.004	0.865
都市圏間の距離	2.787	-0.171	0.046
Near			
prop.score	0.149	-0.074	0.330
人口	-0.021	0.000	1.063
都市圏間の距離	-0.282	0.002	0.188
NearDropZero			
prop.score	0.699	-0.620	0.111
人口	0.398	0.000	1.215
都市圏間の距離	2.507	-0.038	0.053

表 A.6: 広島空港移転についてのバランステーブル (共変量: 人口)

Variable	Unadjusted Diff	Adjusted Diff	Adjusted Var. Ratio
FullData			
prop.score	0.162	-0.020	0.804
人口	0.188	-0.001	0.805
FarAway			
prop.score	0.313	-0.153	0.453
人口	0.527	-0.004	0.486
FarDropZero			
prop.score	0.007	-0.001	0.826
人口	0.008	0.000	0.822
Near			
prop.score	0.022	0.000	1.034
人口	-0.021	0.000	1.043
NearDropZero			
prop.score	0.393	0.050	1.380
人口	0.398	0.001	1.188

表 A.7: 仙台空港アクセス鉄道についてのバランステーブル (共変量: 人口・都市圏間の距離)

Variable	Unadjusted Diff	Adjusted Diff	Adjusted Var. Ratio
FullData			
prop.score	0.282	-0.031	0.754
人口	0.319	-0.001	0.891
都市圏間の距離	-0.115	0.001	0.703
DropZero			
prop.score	0.517	-0.275	0.300
人口	0.598	-0.012	0.535
都市圏間の距離	0.460	-0.007	0.633

表 A.8: 仙台空港アクセス鉄道についてのバランステーブル (共変量: 人口)

Variable	Unadjusted Diff	Adjusted Diff	Adjusted Var. Ratio
FullData			
prop.score	0.281	-0.030	0.743
人口	0.319	-0.001	0.886
DropZero			
prop.score	0.391	-0.156	0.528
人口	0.598	-0.008	0.526

表 A.9: 空港までの距離と共同申請特許件数の関係 (ZINB モデル・限界効果)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
AccessDist	-0.046***		-0.039***	-0.008**		-0.010***	-0.054***		-0.012***	-0.043***	-0.012***
	(0.005)		(0.004)	(0.003)		(0.003)	(0.006)		(0.003)	(0.004)	(0.003)
Connect		0.222***	0.164***		-0.164***	-0.167***		0.589***		0.520***	-0.044*
		(0.047)	(0.042)		(0.031)	(0.030)		(0.106)		(0.105)	(0.022)
log Population				0.204***	0.246***	0.228***			0.185***		0.195***
				(0.019)	(0.025)	(0.022)			(0.016)		(0.018)
UEA dist							-0.005***	-0.007***	-0.004***	-0.006***	-0.003***
							(0.001)	(0.001)	(0.000)	(0.001)	(0.000)
Num.Obs.	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531
R2	0.007	0.002	0.007	0.414	0.467	0.432	0.038	0.029	0.272	0.046	0.309
R2 Adj.	0.007	0.002	0.007	0.414	0.467	0.432	0.038	0.029	0.272	0.046	0.309

note:* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$。表の数値は平均限界効果。括弧内は標準誤差。被説明変数は都市圏ペアの共同申請特許件数。AccessDist は都市圏ペアにおける両都市圏の中心から最も近い空港までの距離の和。Connect は都市圏の中心から最も近い空港間に航空便が飛んでいるかのダミー変数。log Population は都市圏ペアの人口の和の対数値。UEA dist は都市圏ペアの中心間の距離。

表 A.10: 空港までの距離と被引用件数の関係 (ZINB モデル・限界効果)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
AccessDist	-0.233***		-0.210***	-0.004		-0.002	-0.271***		-0.025*	-0.233***	-0.024
	(0.027)		(0.025)	(0.014)		(0.014)	(0.032)		(0.013)	(0.026)	(0.013)
Connect		1.158***	1.049***		-0.499***	-0.500***		2.831***		2.628***	-0.094
		(0.274)	(0.254)		(0.113)	(0.113)		(0.533)		(0.488)	(0.105)
log Population				0.896***	0.992***	0.995***			0.900***		0.905***
				(0.082)	(0.085)	(0.089)			(0.075)		(0.075)
UEA dist							-0.029***	-0.036***	-0.016***	-0.034***	-0.016***
							(0.003)	(0.004)	(0.002)	(0.004)	(0.002)
Num.Obs.	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531
R2	0.208	0.065	0.230	0.917	0.921	0.920	0.619	0.498	0.900	0.694	0.903
R2 Adj.	0.208	0.064	0.230	0.917	0.921	0.920	0.619	0.498	0.900	0.694	0.903

note:* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$。表の数値は平均限界効果。括弧内は標準誤差。被説明変数は都市圏ペアの被引用件数。AccessDist は都市圏ペアにおける両都市圏の中心から最も近い空港までの距離の和。Connect は都市圏の中心から最も近い空港間に航空便が飛んでいるかのダミー変数。log Population は都市圏ペアの人口の和の対数値。UEA dist は都市圏ペアの中心間の距離。

表 A.11: 空港までの距離と共同申請特許件数の関係 (IHS 変換)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
(Intercept)	0.111***	0.042***	0.107***	-1.495***	-1.465***	-1.494***	0.180***	0.090***	-1.426***	0.177***	-1.424***
	(0.006)	(0.002)	(0.006)	(0.074)	(0.071)	(0.074)	(0.009)	(0.004)	(0.074)	(0.009)	(0.073)
AccessDist	-0.008***		-0.009***	0.001**		0.001**	-0.010***		0.001	-0.010***	0.000
	(0.001)		(0.001)	(0.000)		(0.000)	(0.001)		(0.000)	(0.001)	(0.000)
Connect		0.025***	0.033***		0.002	0.001		0.026***		0.036***	0.003
		(0.006)	(0.006)		(0.005)	(0.005)		(0.006)		(0.006)	(0.005)
log Population				0.117***	0.116***	0.117***			0.114***		0.114***
				(0.006)	(0.006)	(0.006)			(0.006)		(0.006)
UEA dist							-0.001***	-0.001***	-0.000***	-0.001***	-0.000***
							(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
Num.Obs.	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531
R2	0.009	0.001	0.010	0.146	0.146	0.146	0.024	0.013	0.148	0.026	0.148
R2 Adj.	0.009	0.001	0.010	0.146	0.146	0.146	0.023	0.012	0.148	0.026	0.148

note:* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$。括弧内は標準誤差 (HC2)。被説明変数は IHS 変換をした都市圏ペアの共同申請特許件数。AccessDist は都市圏ペアにおける両都市圏の中心から最も近い空港までの距離の和。Connect は都市圏の中心から最も近い空港間に航空便が飛んでいるかのダミー変数。log Population は都市圏ペアの人口の和の対数値。UEA dist は都市圏ペアの中心間の距離。

表 A.12: 空港までの距離と被引用件数の関係

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
(Intercept)	0.196***	0.078***	0.189***	-2.563***	-2.509***	-2.564***	0.319***	0.164***	-2.431***	0.314***	-2.430***
	(0.010)	(0.004)	(0.010)	(0.113)	(0.108)	(0.112)	(0.015)	(0.008)	(0.112)	(0.015)	(0.111)
AccessDist	-0.014***		-0.014***	0.003**		0.003**	-0.017***		0.001	-0.018***	0.001
	(0.001)		(0.001)	(0.001)		(0.001)	(0.001)		(0.001)	(0.001)	(0.001)
Connect		0.041***	0.055***		0.002	-0.001		0.043***		0.060***	0.003
		(0.010)	(0.010)		(0.008)	(0.009)		(0.010)		(0.010)	(0.008)
log Population				0.201***	0.199***	0.202***			0.196***		0.195***
				(0.009)	(0.008)	(0.009)			(0.009)		(0.009)
UEA dist							-0.001***	-0.001***	-0.001***	-0.002***	-0.001***
							(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
Num.Obs.	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531	24531
R2	0.009	0.001	0.010	0.149	0.149	0.149	0.025	0.014	0.152	0.027	0.152
R2 Adj.	0.009	0.001	0.010	0.149	0.149	0.149	0.025	0.014	0.152	0.027	0.152

note:* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$。括弧内は標準誤差 (HC2)。被説明変数は IHS 変換をした都市圏ペアの被引用件数。AccessDist は都市圏ペアにおける両都市圏の中心から最も近い空港までの距離の和。Connect は都市圏の中心から最も近い空港間に航空便が飛んでいるかのダミー変数。log Population は都市圏ペアの人口の和の対数値。UEA dist は都市圏ペアの中心間の距離。

表 A.13: 空港までの距離と共同申請特許件数の関係 (航空便就航都市間・ZINB モデル・限界効果)

	(1)	(2)	(3)	(4)
PanelA: 共同申請特許件数				
AccessDist	-0.169***	-0.044***	-0.182***	-0.050***
	(0.034)	(0.012)	(0.041)	(0.012)
log Population		0.391***		0.340***
		(0.065)		(0.055)
UEA dist			-0.011***	-0.005***
			(0.003)	(0.001)
Num.Obs.	5152	5152	5152	5152
R2	0.170	0.428	0.421	0.473
R2 Adj.	0.169	0.428	0.421	0.472
PanelB: 被引用件数				
AccessDist	-0.193***	-0.008	-0.157***	-0.045
	(0.021)	(0.037)	(0.016)	(0.024)
log Population		2.005***		1.644***
		(0.232)		(0.172)
UEA dist			-0.017***	-0.030***
			(0.002)	(0.003)
Num.Obs.	24531	24531	24531	24531
R2	0.208	0.917	0.619	0.900
R2 Adj.	0.208	0.917	0.619	0.900

note:* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$。表の値は平均限界効果。括弧内は標準誤差。PanelA における被説明変数は都市圏ペアの共同申請特許件数。PanelB における被説明変数は都市圏ペアの特許が得た被引用件数。AccessDist は都市圏ペアにおける両都市圏の中心から最も近い空港までの距離の和。log Population は都市圏ペアの人口の和の対数値。UEA dist は都市圏ペアの中心間の距離。

表 A.14: 空港までの距離と共同申請特許件数の関係 (航空便就航都市間・IHS 変換)

	(1)	(2)	(3)	(4)
PanelA: 共同申請特許件数				
(Intercept)	0.249***	-1.749***	0.334***	-1.672***
	(0.023)	(0.149)	(0.032)	(0.144)
AccessDist	-0.021***	0.002	-0.022***	0.001
	(0.002)	(0.001)	(0.002)	(0.001)
log Population		0.136***		0.134***
		(0.011)		(0.011)
UEA dist			-0.001***	-0.001***
			(0.000)	(0.000)
Num.Obs.	5152	5152	5152	5152
R2	0.034	0.187	0.042	0.190
R2 Adj.	0.034	0.187	0.041	0.190
PanelB: 被引用件数				
(Intercept)	0.427***	-2.979***	0.572***	-2.849***
	(0.036)	(0.228)	(0.050)	(0.221)
AccessDist	-0.036***	0.004	-0.037***	0.003
	(0.003)	(0.002)	(0.003)	(0.002)
log Population		0.232***		0.229***
		(0.017)		(0.017)
UEA dist			-0.002***	-0.001***
			(0.000)	(0.000)
Num.Obs.	5152	5152	5152	5152
R2	0.037	0.205	0.045	0.208
R2 Adj.	0.037	0.205	0.045	0.208

note:* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$。括弧内は標準誤差 (HC2)。PanelA における被説明変数は、IHS 変換をした都市圏ペアの共同申請特許件数。PanelB における被説明変数は、IHS 変換をした都市圏ペアの特許が得た被引用件数。AccessDist は都市圏ペアにおける両都市圏の中心から最も近い空港までの距離の和。log Population は都市圏ペアの人口の和の対数値。UEA dist は都市圏ペアの中心間の距離。

表 A.15: 広島空港移転による処置効果 (広島空港とマッチしない都市圏ペアを除くサンプル)

	FarAway	FarDropZero	Near	NearDropZero	FarAway	FarDropZero	Near	NearDropZero
Panel.A: 共同申請特許件数								
ATT	-0.531	-1.353	0.244	1.064	-0.537	-1.330	0.244	1.032
	(0.466)	(1.139)	(0.179)	(0.729)	(0.483)	(1.140)	(0.172)	(0.757)
Num. Obs.	660	272	878	224	660	272	878	224
Num. Treated	141	55	188	43	141	55	188	43
Panel.B: 被引用数								
ATT	-2.426	-6.225	0.541*	2.394*	-2.394	-5.984	0.542*	2.353*
	(1.882)	(4.539)	(0.314)	(1.371)	(1.785)	(4.617)	(0.324)	(1.340)
Num. Obs.	660	272	878	224	660	272	878	224
Num. Treated	141	55	188	43	141	55	188	43

note:* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$。括弧内は都市圏ペアレベルでクラスター化されたブートストラップ標準誤差である。列はサンプルの違いによって分かれている。FullData はすべての都市圏ペアについてのデータ、FarAway は移転によって空港までの距離が近くなった都市圏ペアを削除し、負の処置を受けたサンプルに処置群を絞ったデータ、Near は移転によって空港までの距離が遠くなった都市圏ペアを削除し、正の処置を受けたサンプルに処置群を絞ったデータである。DropZero とあるのは分析期間 (処置前後 10 年) 中ずっと共同申請特許件数が 0 であった都市圏ペアを削除したデータ、IHS とあるのは逆双曲線正弦変換 (Inverse Hyperbolic Sine transformation) を行ったデータである。なお、広島空港周辺の都市圏を含まない都市圏ペアについてのデータはどのサンプルにも含まれない。ATT は、分析期間 (処置前後 10 年) すべてについてそれぞれ ATT($ATT(t)$) を推定した後、その平均処置効果を処置後の期間について平均を取ったものである。

表 A.16: 広島空港移転による処置効果 (共変量: 人口)

	FullData	FarAway	FarDropZero	Near	NearDropZero	FullDataIHS	FarAwayIHS	FarDropZeroIHS	NearIHS	NearDropZeroIHS
Panel.A: 共同申請特許件数										
ATT	-0.163	-0.676	-1.488	0.193	0.887	-0.005	-0.064*	-0.156*	0.038***	0.167***
	(0.203)	(0.482)	(1.187)	(0.174)	(0.690)	(0.016)	(0.034)	(0.085)	(0.014)	(0.049)
Num. Obs.	24531	23653	5339	23871	5291	24531	23653	5339	23871	5291
Num. Treated	329	141	55	188	43	329	141	55	188	43
Panel.B: 被引用数										
ATT	-1.195	-3.485*	-7.523	0.352	1.783*	-0.012	-0.111*	-0.276*	0.060***	0.266***
	(0.792)	(1.963)	(4.987)	(0.288)	(0.995)	(0.028)	(0.058)	(0.145)	(0.019)	(0.072)
Num. Obs.	24531	23653	5339	23871	5291	24531	23653	5339	23871	5291
Num. Treated	329	141	55	188	43	329	141	55	188	43

note:* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$。括弧内は都市圏ペアレベルでクラスター化されたブートストラップ標準誤差である。列はサンプルの違いによって分かれている。FullData はすべての都市圏ペアについてのデータ、FarAway は移転によって空港までの距離が近くなった都市圏ペアを削除し、負の処置を受けたサンプルに処置群を絞ったデータ、Near は移転によって空港までの距離が遠くなった都市圏ペアを削除し、正の処置を受けたサンプルに処置群を絞ったデータである。DropZero とあるのは分析期間 (処置前後 10 年) 中ずっと共同申請特許件数が 0 であった都市圏ペアを削除したデータ、IHS とあるのは逆双曲線正弦変換 (Inverse Hyperbolic Sine transformation) を行ったデータである。ATT は、分析期間 (処置前後 10 年) すべてについてそれぞれ ATT($ATT(t)$) を推定した後、その平均処置効果を処置後の期間について平均を取ったものである。

表 A.17: 仙台空港アクセス鉄道開業による処置効果 (共変量: 人口)

	FullData	DropZero	IHS	IHS_DropZero
被説明変数: 共同申請特許件数				
ATT	0.453***	1.695***	-0.002	-0.014
	(0.129)	(0.447)	(0.020)	(0.064)
Num. Obs.	24531	6229	24531	6229
Num. Treated	310	92	310	92
被説明変数: 被引用数				
ATT	3.129**	12.367**	-0.017	-0.076
	(1.532)	(5.023)	(0.044)	(0.163)
Num. Obs.	24531	6229	24531	6229
Num. Treated	310	92	310	92

note:* p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0.01。括弧内は都市圏ペアレベルでクラスター化されたブートストラップ標準誤差である。列はサンプルの違いによって分かれている。FullData はすべての都市圏ペアについてのデータ、DropZero とあるのは分析期間 (処置前後 10 年) 中ずっと共同申請特許件数が 0 であった都市圏ペアを削除したデータ、IHS とあるのは逆双曲線正弦変換 (Inverse Hyperbolic Sine transformation) を行ったデータである。ATT は、分析期間 (処置前後 10 年) すべてについてそれぞれ ATT($ATT(t)$) を推定した後、その平均処置効果を処置後の期間について平均を取ったものである。

表 A.18: 仙台空港アクセス鉄道開業による処置効果 (対数変換)

	FullData	DropZero	FullData	DropZero
Panel.A: 共同申請特許件数				
ATT	-0.013	-0.033	0.000	-0.013
	(0.015)	(0.051)	(0.014)	(0.051)
Num. Obs.	24531	6229	24531	6229
Num. Treated	310	92	310	92
Covariates	None	None	pop , UEA_dist	pop , UEA_dist
Panel.B: 被引用数				
ATT	-0.034	-0.094	-0.012	-0.068
	(0.036)	(0.121)	(0.040)	(0.124)
Num. Obs.	24531	6229	24531	6229
Num. Treated	310	92	310	92
Covariates	None	None	pop , UEA_dist	pop , UEA_dist

note:* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$。被説明変数はパネル名に示した変数に対数変換をしたものである。括弧内は都市圏ペアレベルでクラスター化されたブートストラップ標準誤差である。列はサンプルの違いによって分かれている。FullData はすべての都市圏ペアについてのデータ、DropZero とあるのは分析期間 (処置前後 10 年) 中ずっと共同申請特許件数が 0 であった都市圏ペアを削除したデータ、IHS とあるのは逆双曲線正弦変換 (Inverse Hyperbolic Sine transformation) を行ったデータである。ATT は、分析期間 (処置前後 10 年) すべてについてそれぞれ ATT($ATT(t)$) を推定した後、その平均処置効果を処置後の期間について平均を取ったものである。

表 A.19: 広島空港移転による処置効果 (対数変換)

	FullData	FarAway	FarDropZero	Near	NearDropZero	FullData	FarAway	FarDropZero	Near	NearDropZero
Panel.A: 共同申請特許件数										
ATT	-0.000	-0.040*	-0.123*	0.030***	0.131***	-0.004	-0.051*	-0.114*	0.030***	0.143***
	(0.012)	(0.025)	(0.068)	(0.011)	(0.042)	(0.013)	(0.026)	(0.064)	(0.010)	(0.039)
Num. Obs.	24531	23653	5339	23871	5291	24531	23653	5339	23871	5291
Num. Treated	329	141	55	188	43	329	141	55	188	43
Covariates	None	None	None	None	None	pop , UEA dist	pop , UEA dist	pop , UEA dist	pop , UEA dist	pop , UEA dist
Panel.B: 被引用数										
ATT	-0.006	-0.078	-0.232*	0.047***	0.204***	-0.013	-0.094**	-0.216*	0.047***	0.226***
	(0.022)	(0.048)	(0.126)	(0.015)	(0.060)	(0.024)	(0.047)	(0.124)	(0.014)	(0.056)
Num. Obs.	24531	23653	5339	23871	5291	24531	23653	5339	23871	5291
Num. Treated	329	141	55	188	43	329	141	55	188	43
Covariates	None	None	None	None	None	pop , UEA dist	pop , UEA dist	pop , UEA dist	pop , UEA dist	pop , UEA dist

note:* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$。被説明変数は Panel 名に示した変数を対数変換したものである。括弧内は都市圏ペアレベルでクラスター化されたブートストラップ標準誤差である。列はサンプルの違いによって分かれている。FullData はすべての都市圏ペアについてのデータ、FarAway は移転によって空港までの距離が近くなった都市圏ペアを削除し、負の処置を受けたサンプルに処置群を絞ったデータ、Near は移転によって空港までの距離が遠くなった都市圏ペアを削除し、正の処置を受けたサンプルに処置群を絞ったデータである。DropZero とあるのは分析期間 (処置前後 10 年) 中ずっと共同申請特許件数が 0 であった都市圏ペアを削除したデータ、IHS とあるのは逆双曲線正弦変換 (Inverse Hyperbolic Sine transformation) を行ったデータである。ATT は、分析期間 (処置前後 10 年) すべてについてそれぞれ ATT($ATT(t)$) を推定した後、その平均処置効果を処置後の期間について平均を取ったものである。

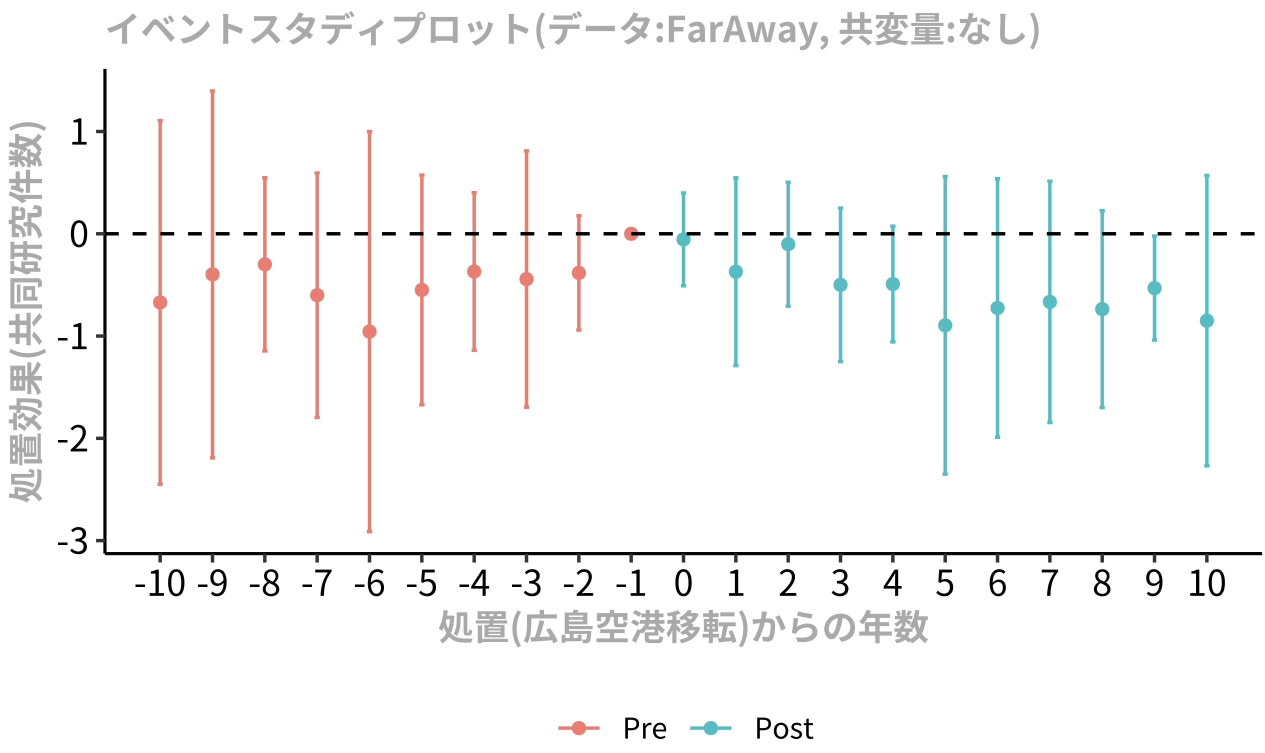

図 A.1: イベントスタディプロット・空港が遠くなった場合・共同申請特許件数 (実数値)

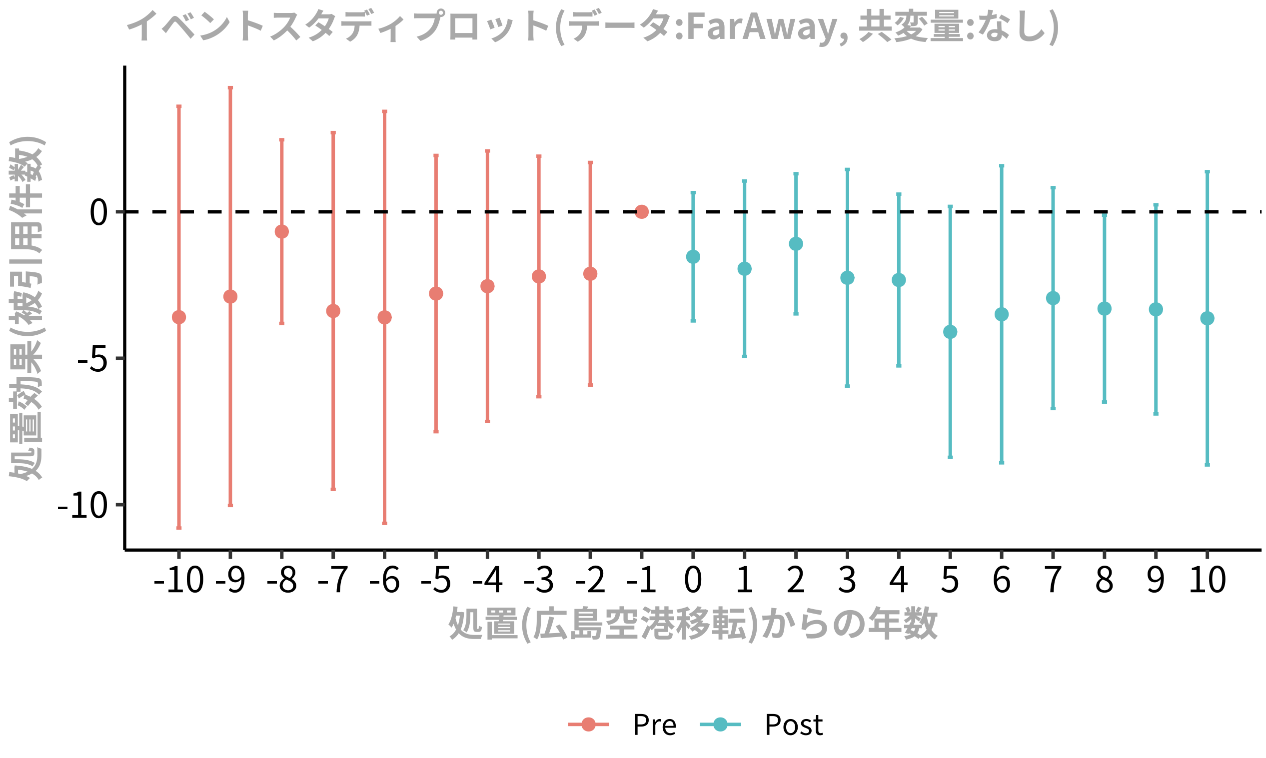

図 A.2: イベントスタディプロット・空港が遠くなった場合・被引用数 (実数値)

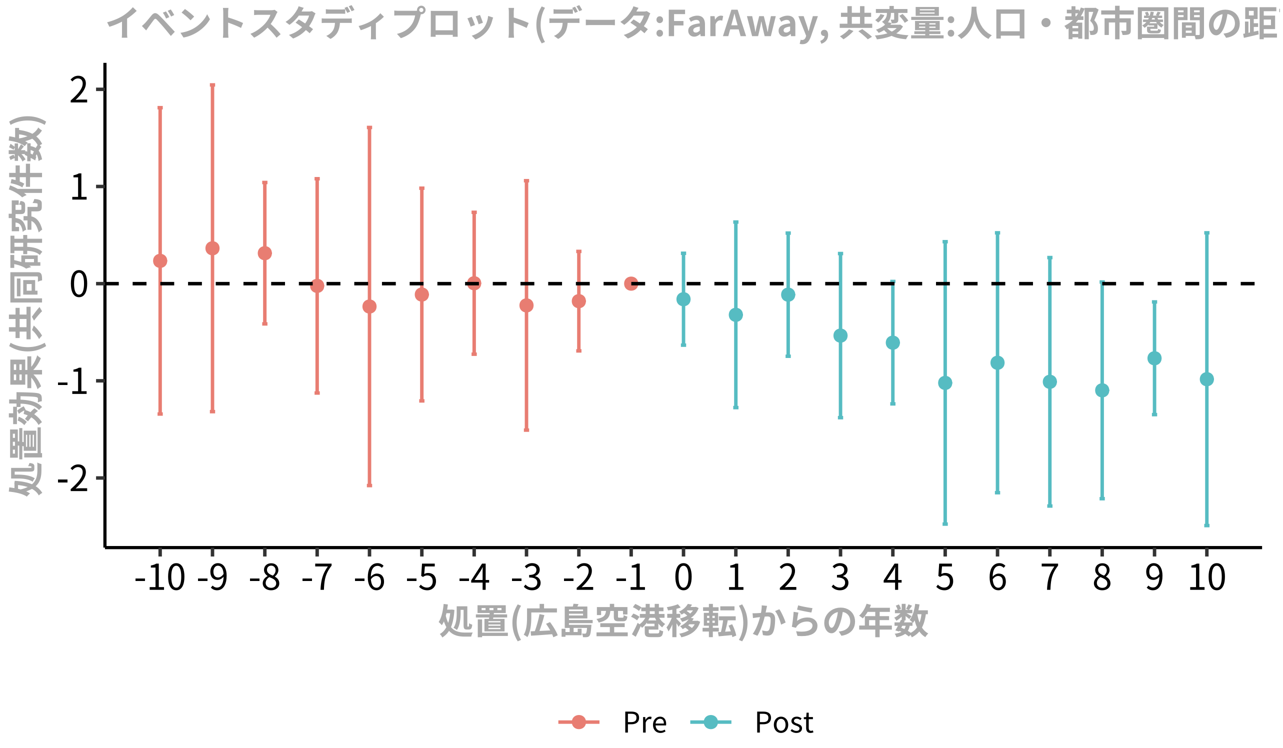

図 A.3: イベントスタディプロット・空港が遠くなった場合・共同申請特許件数 (実数値・共変量: 人口・都市圏間の距離)

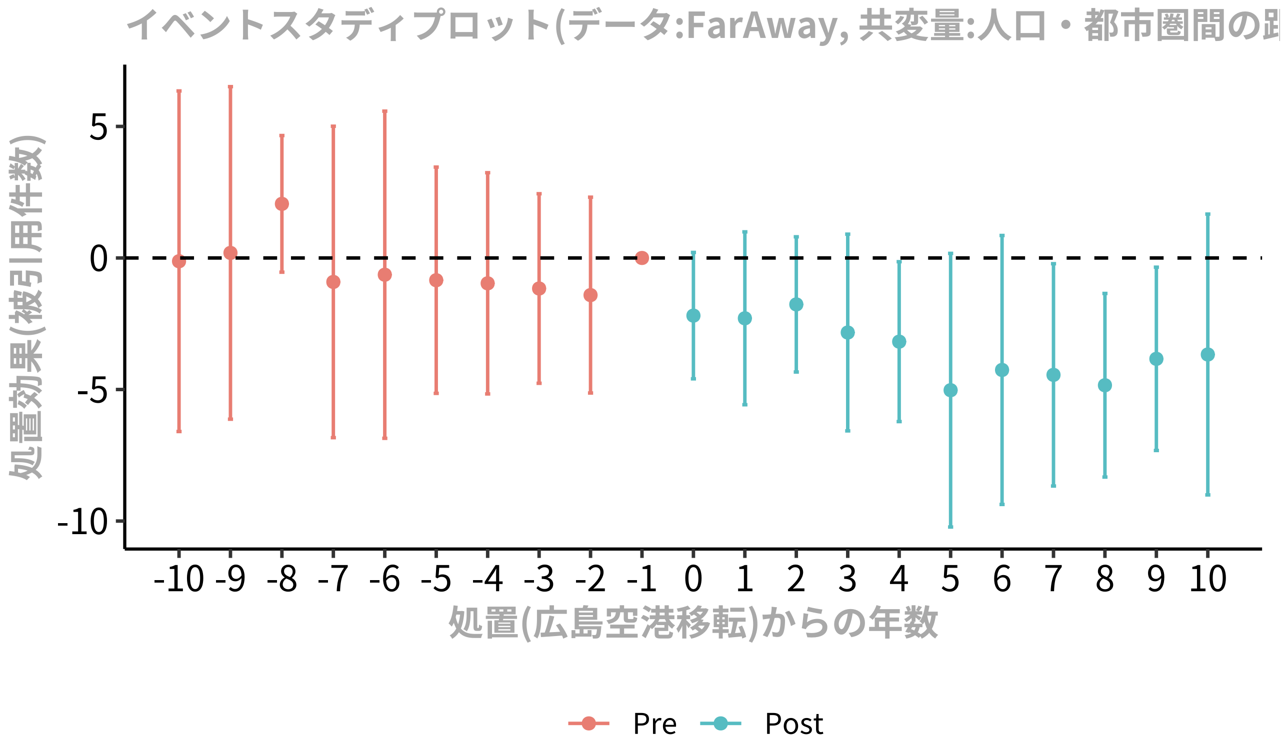

図 A.4: イベントスタディプロット・空港が遠くなった場合・被引用数 (実数値・共変量: 人口・都市圏間の距離)

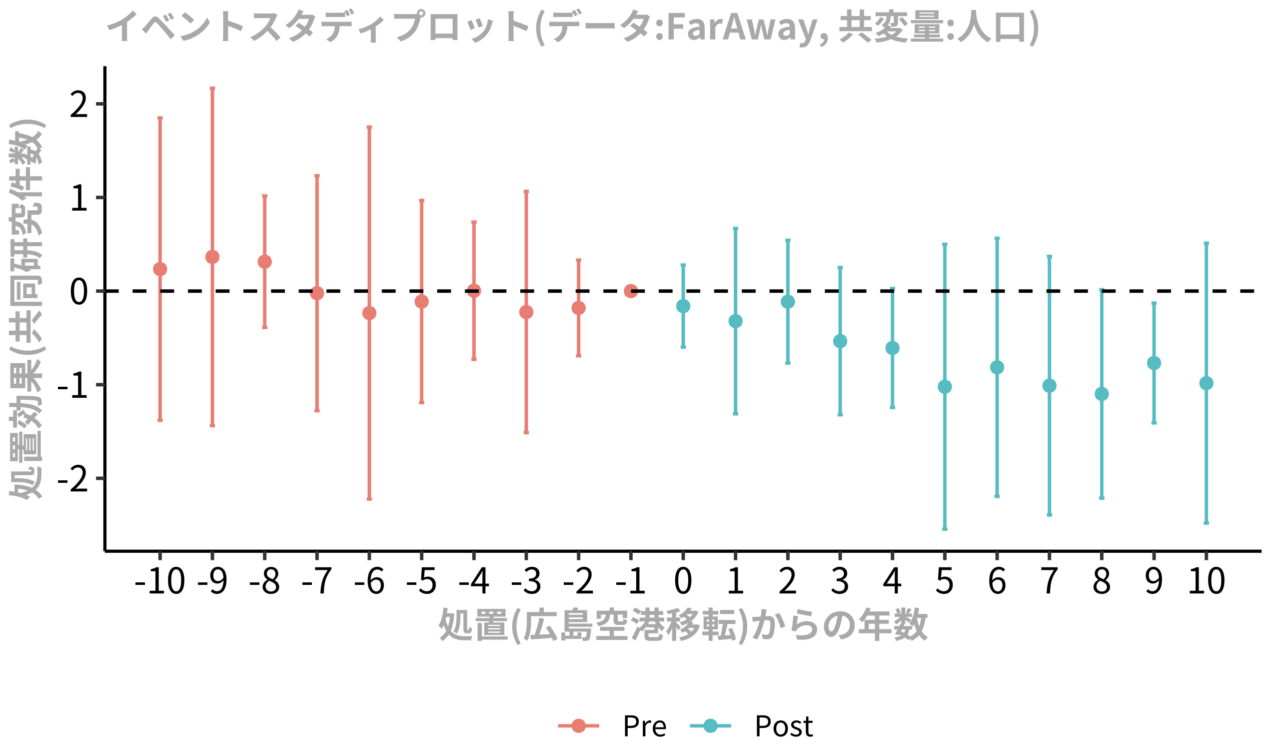

図 A.5: イベントスタディプロット・空港が遠くなった場合・共同申請特許件数 (実数値・共変量: 人口)

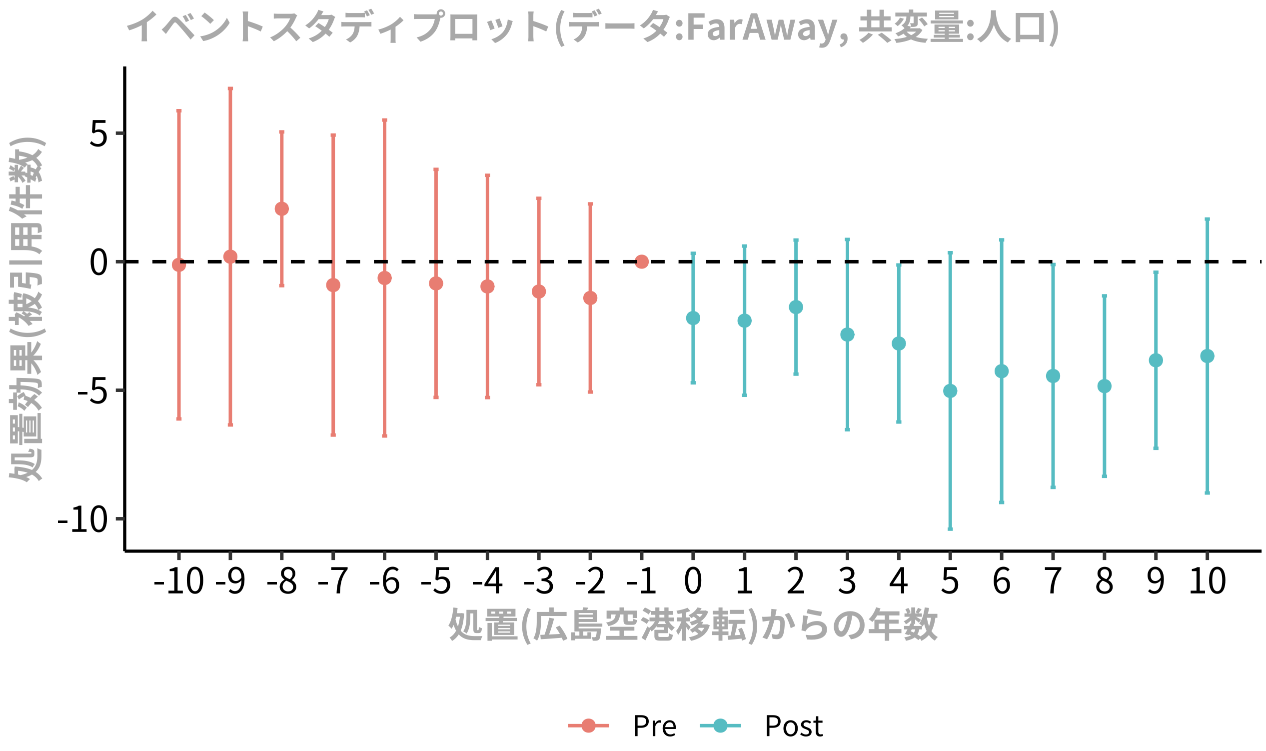

図 A.6: イベントスタディプロット・空港が遠くなった場合・被引用数 (実数値・共変量: 人口)

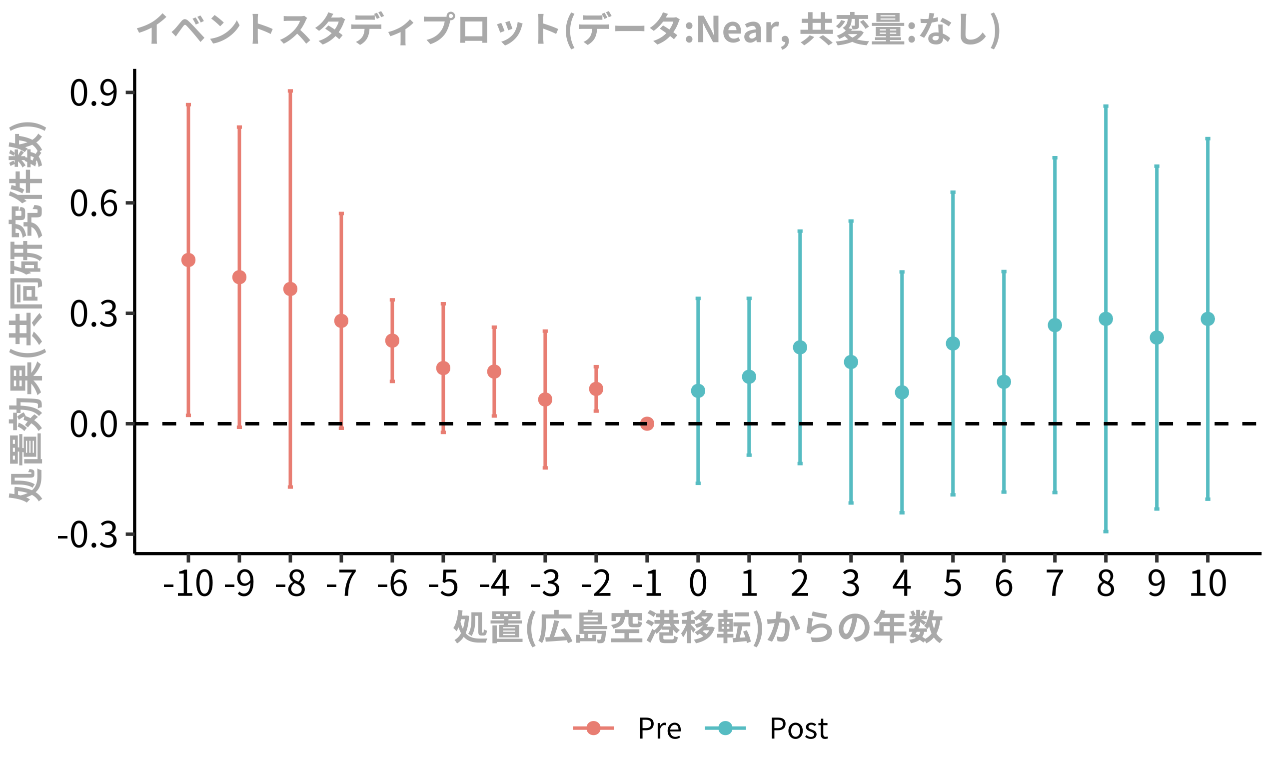

図 A.7: イベントスタディプロット・空港が近くなった場合・共同申請特許件数 (実数値)

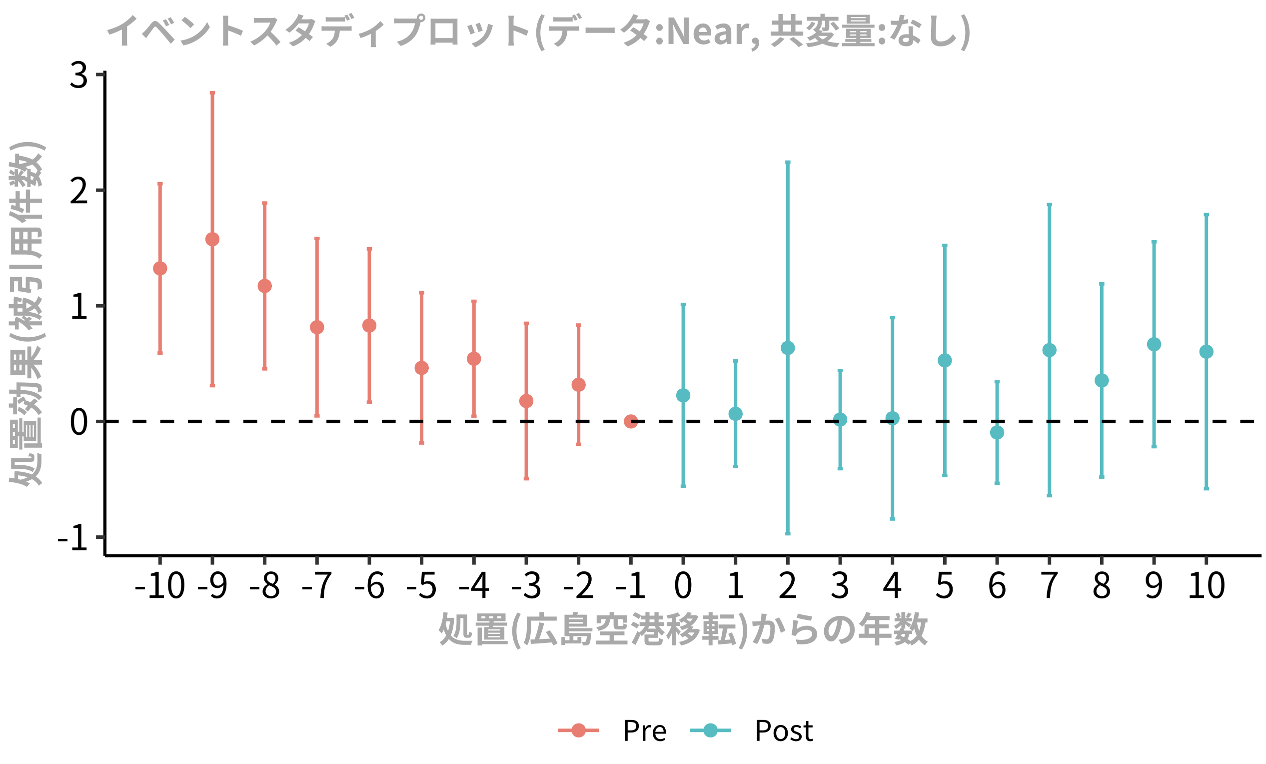

図 A.8: イベントスタディプロット・空港が近くなった場合・被引用数 (実数値)

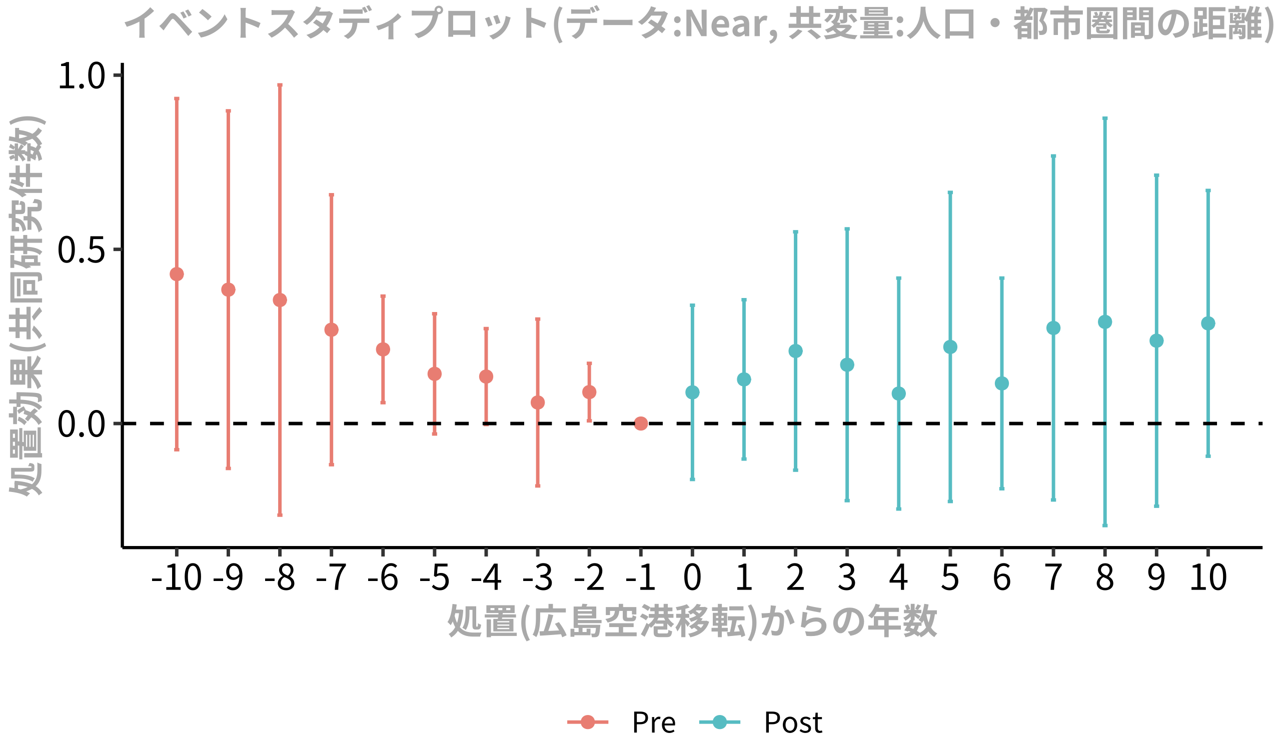

図 A.9: イベントスタディプロット・空港が近くなった場合・共同申請特許件数 (実数値・共変量: 人口・都市圏間の距離)

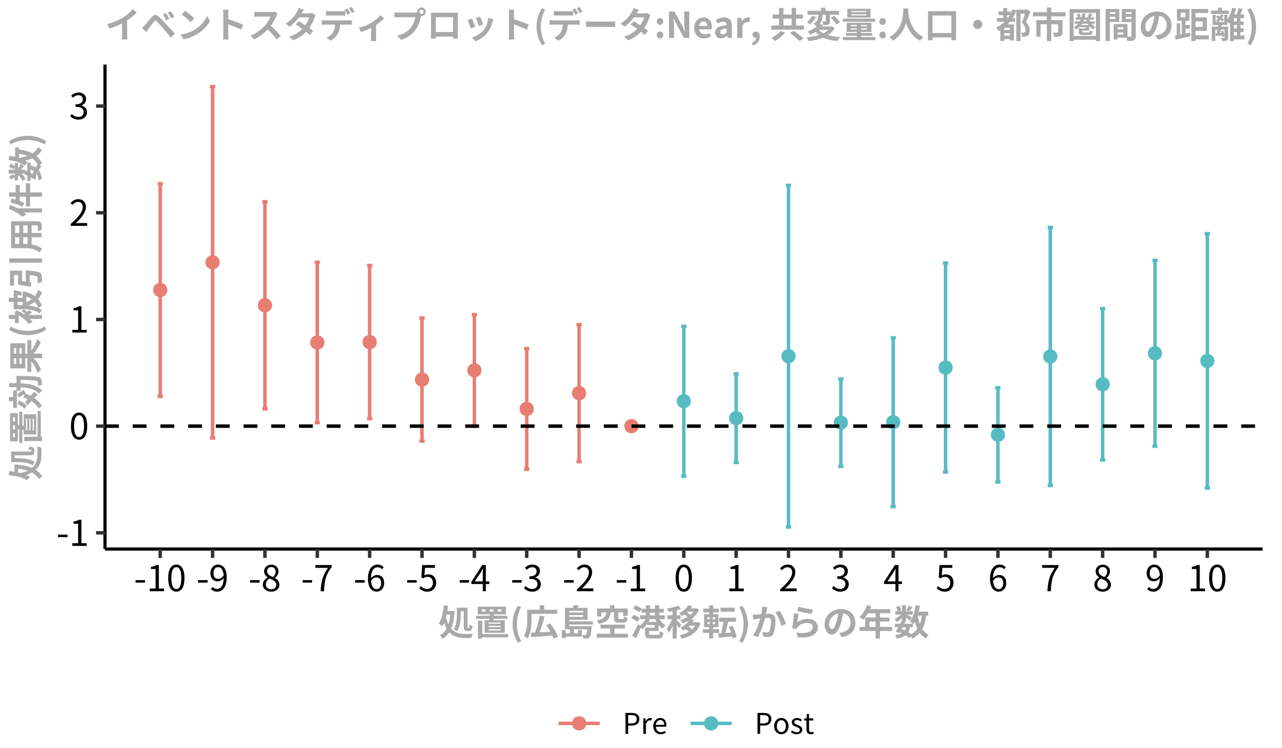

図 A.10: イベントスタディプロット・空港が近くなった場合・被引用数 (実数値・共変量: 人口・都市圏間の距離)

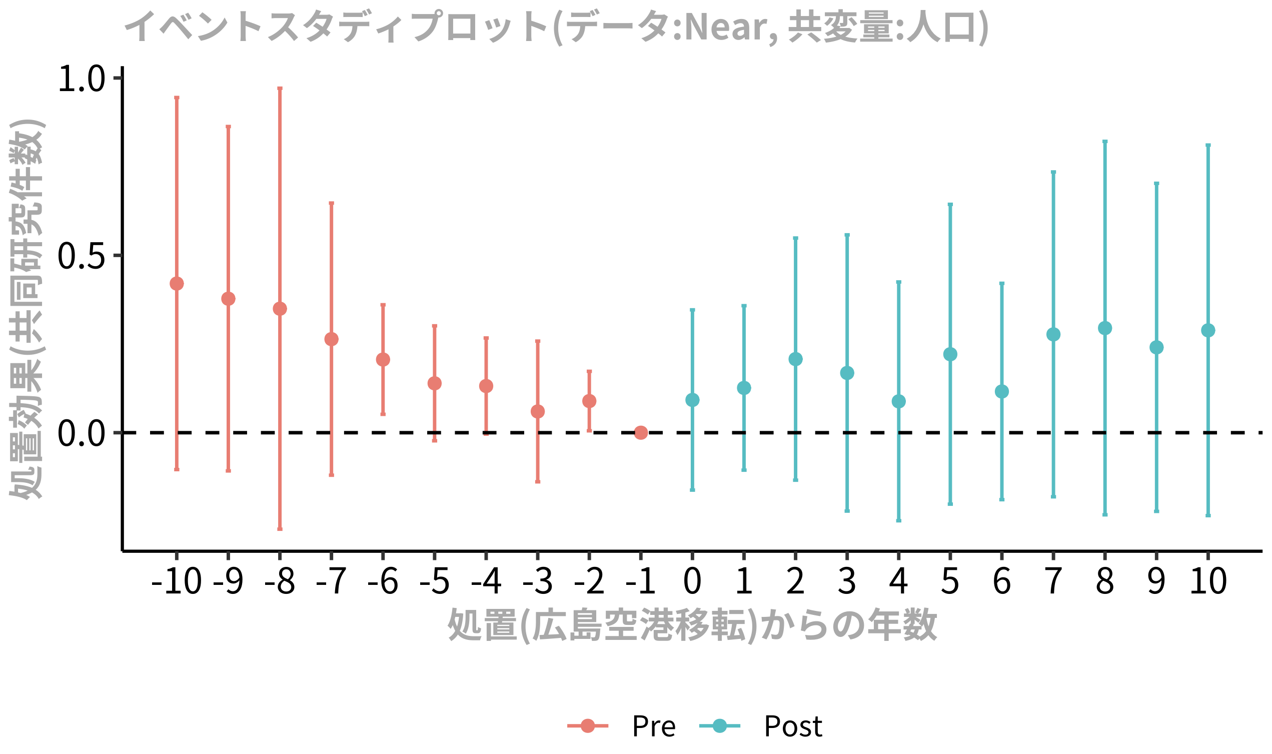

図 A.11: イベントスタディプロット・空港が近くなった場合・共同申請特許件数 (実数値・共変量: 人口)

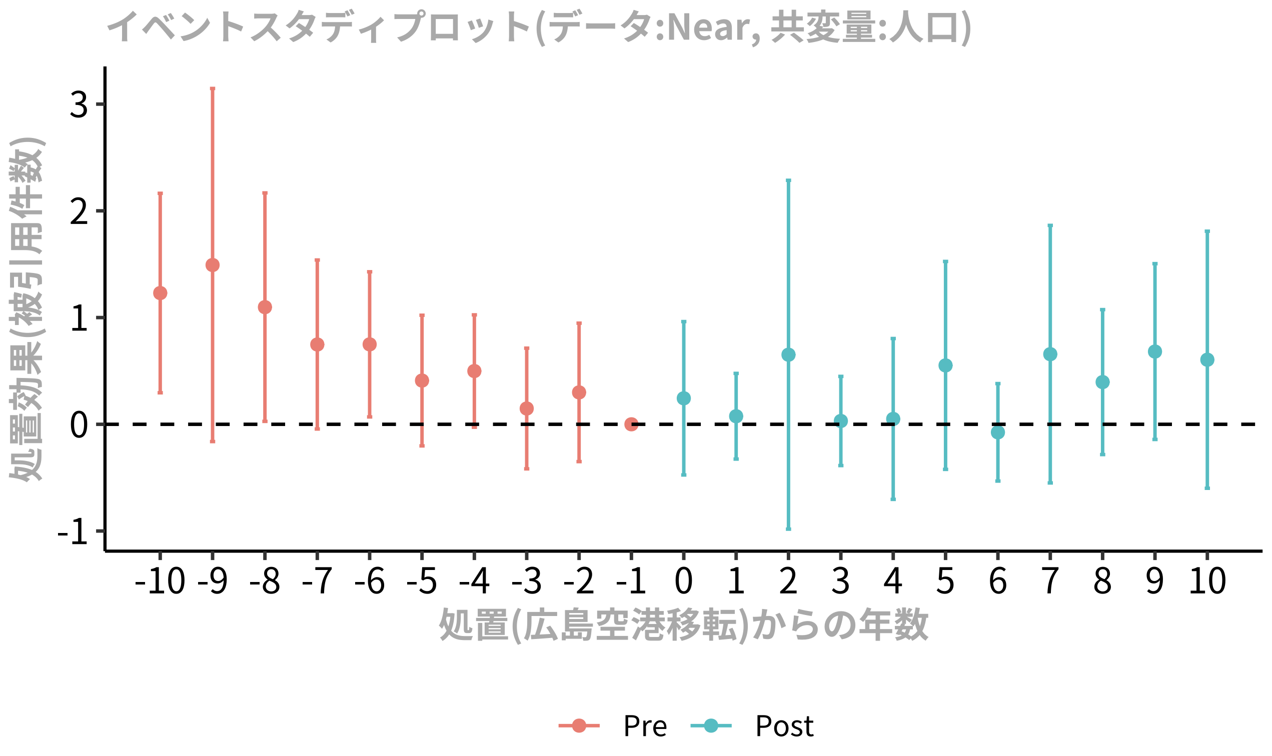

図 A.12: イベントスタディプロット・空港が近くなった場合・被引用数 (実数値・共変量: 人口)

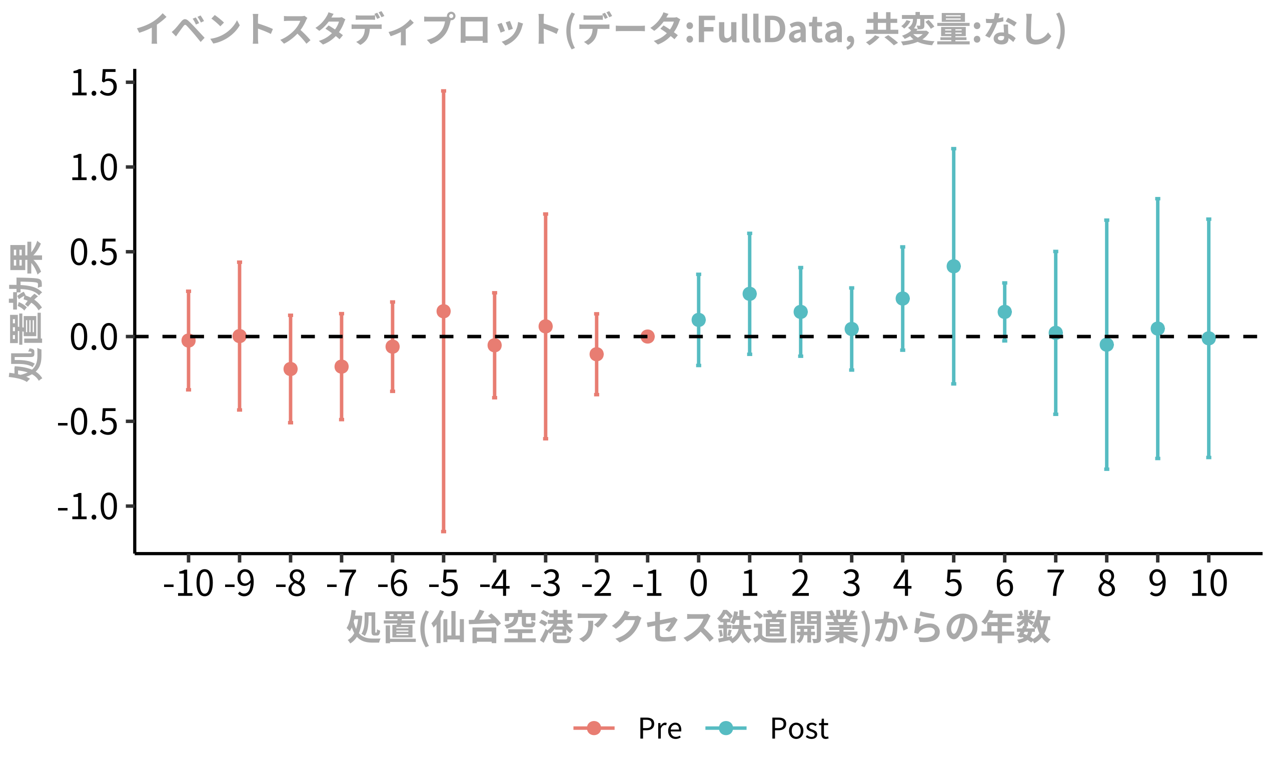

図 A.13: イベントスタディプロット・仙台・共同申請特許件数 (実数値)

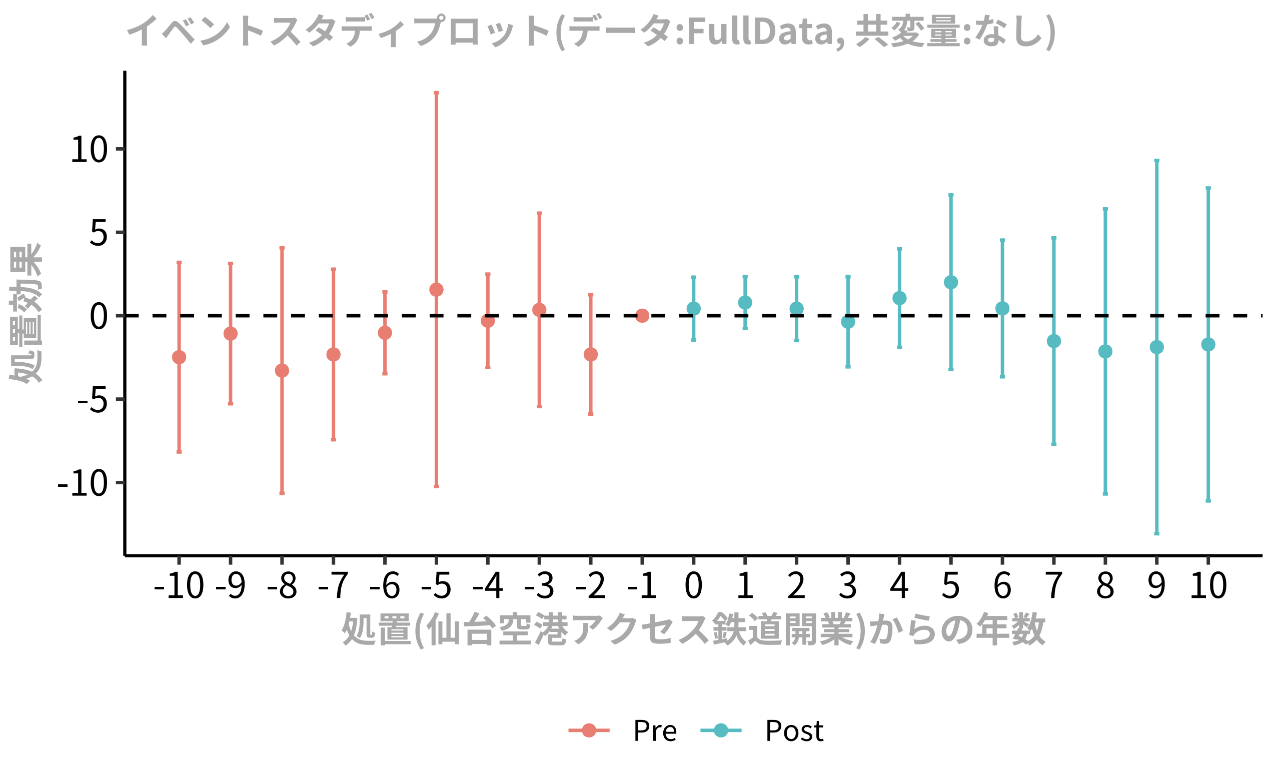

図 A.14: イベントスタディプロット・仙台・被引用数 (実数値)

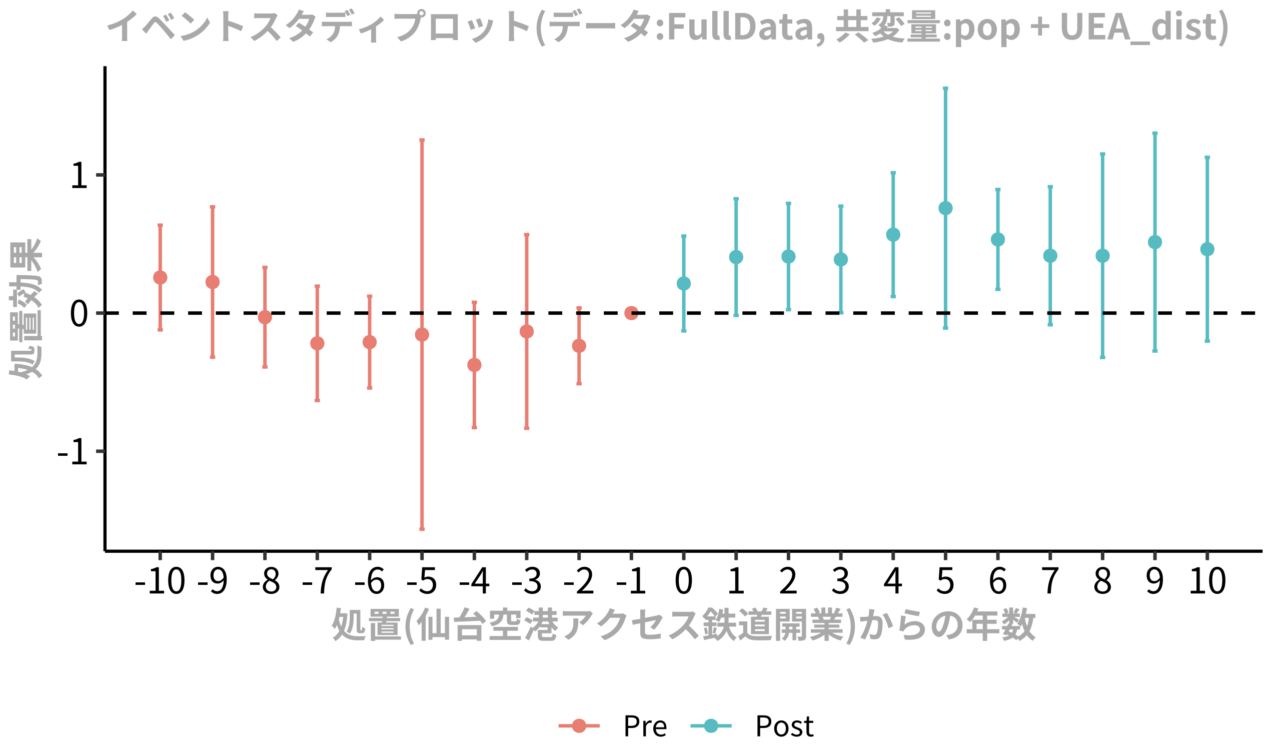

図 A.15: イベントスタディプロット・仙台・共同申請特許件数 (実数値・共変量: 人口・都市圏間の距離)

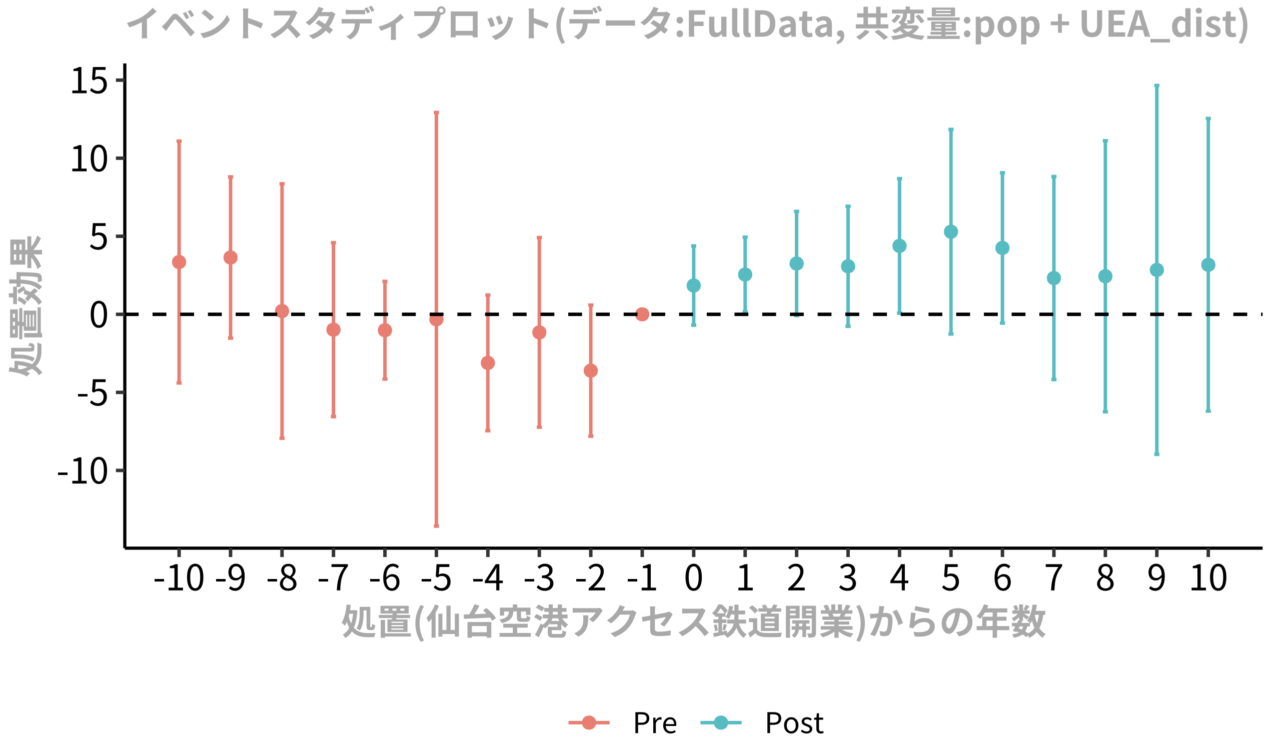

図 A.16: イベントスタディプロット・仙台・被引用数 (実数値・共変量: 人口・都市圏間の距離)

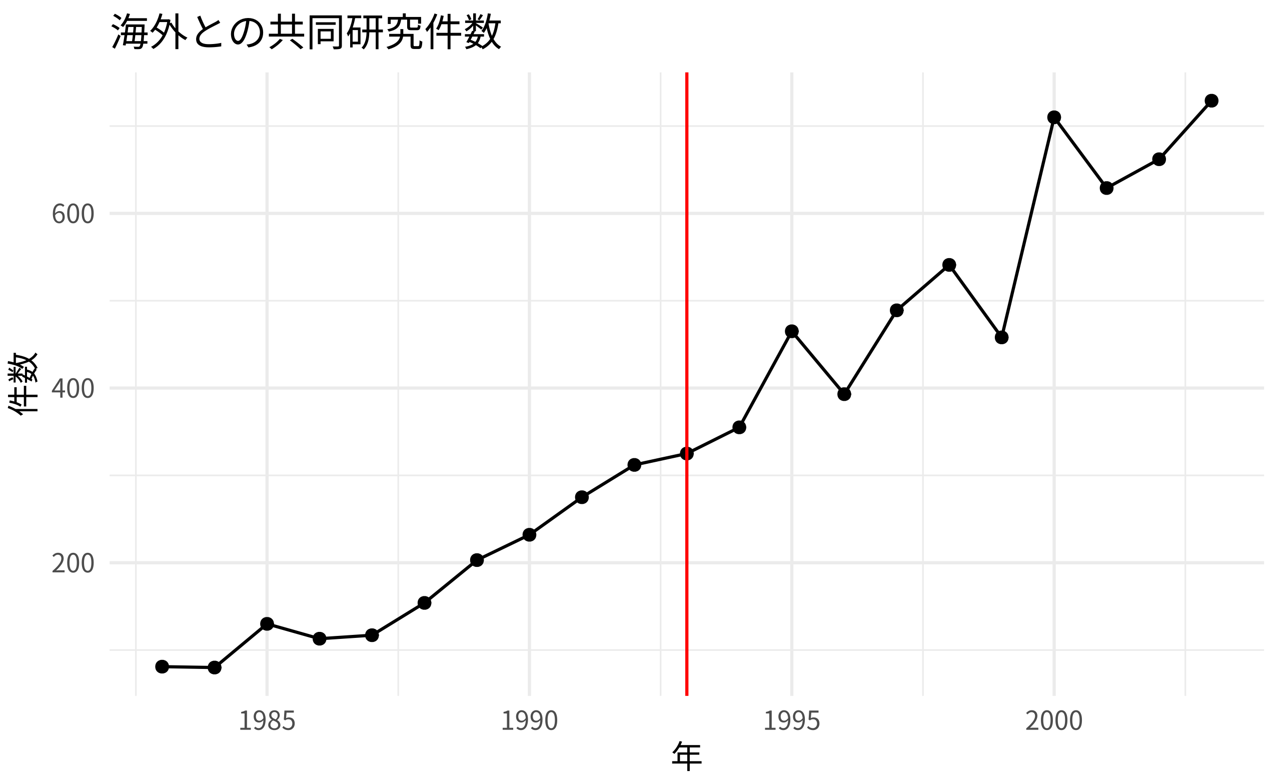

図 A.17: 広島空港周辺の都市圏と海外の発明者との共同申請特許件数の推移