

PSM-DIDを用いた資源型地域における政策効果の実証的研究

—— 中国山西省を事例として ——

An Empirical Study of Policy Effects in Resource-based Regions by Using PSM-DID

—— A case study of Shanxi Province of China ——

全 志 慧*

TONG ZHIHUI

(要旨)

中国では、経済成長に伴って、エネルギー消費も大幅に増加してきた。資源型地域はエネルギーの主要供給地として、中国の工業の支えといっても過言ではないと考えられる。しかし、資源開発により、資源枯渇や産業構造の偏りや経済不況などの問題が出ている。2013年に公表した「全国資源型都市持続可能発展計画（2013-2020年）」では、経済、民生、エネルギー及び環境において、それぞれの支援政策を打ち出した。経済面では、産業構造の多様性、産業高度化、産業クラスター化を通じて、経済成長と産業構造転換を求めた。

本研究では、この支援政策の経済面に着目して、山西省を研究事例として取り上げ、政策効果を実証的に分析した。具体的に、2つの仮説を設定した。第一は、支援政策が経済成長を促進できることである。第二は、支援政策が産業高度化を促進できることである。PSM-DIDという研究手法を用い、山西省の資源型都市と全国の非資源型都市に共変量を加えて、マッチングした。そして、マッチング後のデータで、政策効果と共変量の影響効果を検証した。その結果、支援政策は山西省の経済成長を促進できることを証明した。また、産業高度化にも正の効果が出ている。さらに、工業化と環境汚染はトレードオフの関係があることにより、重工業に比べて、環境にやさしい第三次産業を進展させることがより良い効果を生むことが示唆された。もう一つは、政府財政支出が正の効果で、さらに、非資源型都市と資源型都市の差が縮小するのは重要なことから、政府の役割を無視できないことがわかった。

1. はじめに

中国では、経済の高度成長に伴い、エネルギー集約型産業が重要な役割を担っている。長期的に、東北地域、山西省全域などの資源型地域はエネルギー供給基地として多くのエネルギーを提供している。しかし、産業構造の偏りと経済不況により、資源枯渇、産

業構造転換、グリーン産業の育成など課題が浮き彫りになっている（張・蔣2022）。2013年から、中国中央政府は全国の資源型都市に向けて「全国資源型都市持続可能発展計画（2013-2020年）」（原文：「全国資源型城市可持続發展規劃（2013-2020年）」以下「計画（2013-2020年）」という）を打ち出した。「計画（2013-2020年）」には、資源型都市¹とい

* 山口大学大学院東アジア研究科博士課程（The Graduate School of East Asian Studies, Yamaguchi University）

う概念が正式に用いられた。資源型都市は、この地域の鉱物、森林など豊富な自然資源を持ち、資源産業を主要産業とする都市である。同時に、経済、民生、エネルギー及び環境²の四つの分野を定め、それぞれの政策分野における個々の政策手段を提出している。特に、経済面では、産業構造の多様性、産業高度化、産業クラスター化などを通じて、産業構造転換を実現して経済の持続成長を遂げることを図っている。

山西省³は全国の資源型地域に向けた援助政策を背景に、全国の唯一の資源型全省域として、省会太原市（省政府所在地）以外の地級市⁴が全て資源型都市と認定され、ほぼ全域が資源型地域だといえる。本研究では、「計画（2013-2020年）」の経済面に着目して、山西省を事例として取り上げ、「計画（2013-2020年）」が経済成長と産業高度化を促進するかどうかの政策効果を検証していきたい。2013年は政策実施年なので、前後5年間のデータを採用し、差分の差分とプロペンシティ・スコア・マッチングの組み合わせ（PSM-DID）の方法で政策効果を検証する。

2. 産業構造転換と政策的介入

産業構造の転換・調整について、伊藤（1988）は、生産要素の部門間の移動であると述べている。生産要素を市場が律するより速い速度で移動させようとするれば、それに必要な資源は得られる便益を上回ることが知られている。産業構造促進政策は衰退産業から他の産業への生産要素の移動を促進するための政策である。しかし、このような政策について理論的に厳密に検討してみると、問題はそれほど単純ではない。衰退産業の業績が悪くなることは、他の産業への生産要素の移動を引き起こすシグナルとなっている。したがって、政府

による転換促進政策が行われなくても、遅かれ早かれ生産要素の移動は起こる。問題は市場の動きに任せた調整は、経済厚生観点から見て望ましいスピードになっているかという点である。調整のスピードが速められることが望ましいのであれば、政策的介入が正当化される。この理論を踏まえると、「計画（2013-2020年）」は資源型産業から他の産業への生産要素の移動スピードを促進するための政策だと考えられる。「計画（2013-2020年）」による政策的介入は資源型地域の産業構造転換に良いかどうかを検証する必要がある。

政策評価における分析方法は、政策を実施した場合と実施しない場合の比較により、政策の効果を把握する方法、あるいはデータの収集・統計的分析に関する方法がある。例えば、対照実験法、疑似実験法、クロスセクション法、時系列分析、パネル分析、統計解析法などである（山谷（2006））。本研究で用いる分析方法は、差分の差分（Difference In Difference）（以下 DID という）とプロペンシティ・スコア・マッチング（Propensity Score Matching）（以下 PSM という）の両方を組み合わせた方法である。DID の特徴は、個体間の差と時点間の差の両者を使って効果を推定できる。ただし、平行トレンドの仮定が必要である。すなわち、もし処置がなかったら、処置された個体の結果と統制された個体の結果は平行な時間的変化を示すという仮定である。平行トレンドの仮定を満たすと思われる例を見つけるのは一般的に困難であるため、PSM という計量方法を用い、平行トレンドの仮定を満たす例をマッチングできる。

政策評価の理論はもともと「応用社会科学」を志向する政策研究、政策科学の分野に属している（山谷（2006））。政策評価とは、政策が期待した効果を上げているのかどうか

を判断することである（山谷（1997））。評価をする前提の設問とは、評価対象について、どのような課題があるのかという問いであり、この課題を考える場合にいかなる評価観点（必要性、効率性、有効性、公平性、優先性）が有効であるかを考慮して設定する（山谷（2006））。さらに、政策評価を実施する時点としては事後評価の区分となり、評価の手法については、効率性に着目した手法の中で費用効果分析・コスト分析が、有効性に着目した手法では業績指標を用いた評価が挙げられる（伊多波（2009））。本研究の評価対象である「計画（2013-2020年）」に対しては、政策の有効性に着目して事後評価を行う。

本研究では、2つの仮説を設定している。仮説1：「計画（2013-2020年）」は山西省の経済成長を促進できる。邵・楊（2010）は資源の豊富さは地域の経済成長を促進できるという仮説を検証した。この結論を踏まえ、政策を実施しなくても、資源型地域の経済成長は資源の開発により実現できる可能性がある。したがって、「計画（2013-2020年）」の実施の有無が山西省の資源型都市のより一層の経済成長を促進しているか否かを検証すべきである。仮説2：「計画（2013-2020年）」は山西省の産業高度化を促進できる。上述の産業構造の理論によって、政策が行われなくても、生産要素の移動は起こる。クラークの法則によると、経済成長につれて産業構造と労働者構成が第一次産業から第二次産業、さらに、第三次産業へと比重を移していくという経験則がある。政策を実施しなくても、資源型地域の産業高度化は資源の開発により第三次産業に移行している可能性がある。したがって、「計画（2013-2020年）」の実施の有無と産業高度化の関係を検証すべきである。この2つの仮説を検証することによって、山西省に対して、「計画（2013-2020年）」の経済面

の政策効果が明らかにできると考えられる。

3. 経済面における政策概観

資源型都市とは、この地域の鉱物、森林など豊富な自然資源を持ち、資源産業を主要産業とする都市である（「計画（2013-2020年）」）。しかし、「計画（2013-2020年）」には、資源型都市を判断する定量的な基準を公表していない。その後、資源型都市の課題を探索しながら、定量的に資源型都市の定義を挙げる研究が出てきた。崔・牛・李（2015）は定性と定量的の両面から定義した。定性面からは、「計画（2013-2020年）」と同じように、豊富な自然資源と資源開発及資源加工を主要産業とする都市である。定量面からは、全産業に対する資源型産業の従業者数の構成比が15%以上で、また、売上金額の構成比が10%以上という条件を満たす都市である。余・李・張（2018）は各都市の鉱業従業者数、鉱物資源産出量、鉱物採掘初めの年分、資源保有量などのデータを使い、資源型都市を判断した。この判断基準で「計画（2013-2020年）」に公表された資源型都市が全て識別されるので、資源型都市の定量的な定義は多くの研究者が用いている。本研究でも余・李・張（2018）の判断基準を採用すると同時に、「計画（2013-2020年）」のリストにある資源型都市を用いる。なお、資源型地域とは資源型都市から構成される地域を指す。

中国で資源型地域に対する援助政策は三つの段階に分けられる。第一段階は、枯渇型都市を重点とする個別都市の援助政策である。1987年新疆で中国初の枯渇型都市が出たが、実際の政策援助として、2001年12月、東北地域の阜新市が資源の枯渇のため、中国の初資源転換先行試験都市と指定された。2003

年「国務院による東北地域の工業基地を振興するための若干意見」（原文：「中共中央国務院関与実施東北地区等老工業基地振興戦略的若干意見」）により、東北振興戦略を始め、東北地域の資源枯渇型都市に対する支援政策が実施された。具体的には、行政改革（国有資本の移転、政府主導から市場への調整）、工業構造の調整（高付加価値産業、柱産業、代替産業を発展させる）、第三次産業の発展（伝統サービス業、現代サービス業、観光業）、資源型都市の経済転換の促進（単一産業構造の転換、環境回復、汚染管理、鉱山閉鎖、労働者再雇用）、インフラ設備の建設、対外開放の拡大（海外と国内）、教育と人材育成などである。

第二段階は、中国の経済高度発展の時期にあたり、2007年「国務院による資源型都市の持続可能な発展を促進するための若干意見」（原文：「国務院関与促進資源型都市可持続発展的若干意見」以下「意見（2007）」という）により、全国の枯渇型都市リストを公表し、資源、産業、環境、就業などの各分野にわたって資源型都市に対する指導意見を出した。「意見（2007）」の目標は、2010年までに枯渇型都市における問題を解決し、ほとんどの資源型都市が、資源開発の補償メカニズム⁵と衰退産業支援メカニズムを確立し、持続可能な発展能力を向上させるというものである。2015年までには、資源開発の補償メカニズムと衰退産業支援メカニズムを全国的に確立することを目指している。政策内容は資源開発の補償メカニズム、衰退産業支援メカニズム、代替産業の育成、失業者の再雇用、環境回復、各部門の政策支持などである。この段階の重点対象は相変わらず、枯渇型都市であった。

第三段階には、全ての資源型都市を政策対象とする援助政策が打ち出された。2011年3

月、「中華人民共和国国民経済と社会発展の第十二次五年計画要綱」に、資源立地型都市と資源枯渇型都市の問題と指導策が指摘された。2013年11月国務院により「計画（2013-2020年）」が公表された。全国資源型都市を指定し、異なる資源型都市に分けて、それぞれの経済政策と目標を提出した。「計画（2013-2020年）」は中国全国の資源型都市に向けて2013年に策定されている政策である。目標は2020年までに、枯渇型都市の問題を解決し、産業構造転換を終えることである。資源豊富な地域は資源、経済、環境との協調発展を実現する。政策内容には、経済、民生、エネルギー及び環境の四つの分野を定め、それぞれの政策分野における個々の政策が提出されている。経済面では、①伝統工業をアップグレードする（資源産業のチェーン延長、循環経済、高付加価値産業、成長型と成熟型都市において、資源深加工の産業基地を建設する）、②代替産業を発展させる（伝統重工業以外、設備製造業、新素材産業、再生可能エネルギー産業、クリーンエネルギー産業）、③労働集約型企業を引きつける（中小企業の支援、失業者の再雇用、金融と税収などの優遇政策）、④第三次産業に転換する（資源産業に関する工業物流、観光業、現代サービス業）、⑤産業クラスター化する（専門の工業団地、インフラ設備、専門企業を引きつける）という五つの施策が設定されていて、経済発展を維持しながら、産業構造の多様性、産業高度化、産業クラスター化が図られている。

4. 先行研究のサーベイ

4-1. 資源型都市に関わる研究経緯

中国では、資源型都市に関する研究は、一般的に3つの段階に分けることができる（趙

(2021)、張・蔣 (2022))。第一段階として、1990年代から2007年にかけて、新疆の石油枯渇型都市と東北の石炭枯渇型都市が挙げられる。その結果、1990年代に資源枯渇型都市に対する研究が始まる。枯渇型都市の衰退により、持続可能な発展の概念を導入し、資源枯渇型都市への政策改善、経済転換と観光資源開発などの改善対策を導入し始めた。1990年代から2001年にかけて、この段階の研究はそれほど多くない。主に「資源枯渇型都市」、「持続可能な発展」、「鉱業型都市」、「石炭型都市」などの研究課題である。資源型都市を独立テーマとした研究は提示されておらず、ほとんどの研究が異なるタイプの都市変革と開発問題の研究段階にある。2001年から、「経済転換」、「産業構造転換」、「都市転換」、「資源枯渇型都市」などのキーワードが多用され、資源型都市が独立した研究提案となり始め、産業構造転換が注目されるようになった。

第二段階では、2007年から2013年にかけて、「意見 (2007)」により、中央政府は財政と政策の側面から特別支援を行い、44の資源枯渇型都市のリストを公表した。この段階について、産業構造転換とグリーン経済を中心に、資源枯渇型都市の環境、金融、雇用問題、企業経営、技術・制度革新、低炭素経済などについて、より多様な研究が行なわれた。たとえば、高・李 (2007) は資源枯渇型都市である阜新市の外資利用状況の研究を行った。韓・仵 (2012) は資源型都市の税収、金融と経済の相互関係について実証的に分析した。この段階では、「グリーン経済」、「低炭素経済」、「低炭素転換」、「経済モデル」、「制度のイノベーション」、「ライフサイクル」、「経済指標の評価システム」などの新しいキーワードが出現し、環境問題への注目が高まり、研究テーマが多様化している。

低炭素経済、資源枯渇型都市への配慮を背景に、多元的に資源型都市を考察している。

第三段階は、2013年から現在までである。「計画 (2013-2020年)」の発表により、全国の資源型都市リストが初めて明確に提出された。一方、低炭素社会を目指して、カーボンピーキングとカーボンニュートラルが提唱され、低炭素経済を遂げることが図られている。両方の背景を組み合わせ、資源型地域に関する研究がより増えている。前出の産業構造転換が相変わらず中心課題であるが、それをめぐって、低炭素経済、産業構造転換効果などの研究が多く発表される。

以上を通じて、資源型都市に関する研究がより明確にできる。従来は資源型都市より、石炭型都市、鉱業型都市などがよく使われる。どの段階でも枯渇型都市は相変わらず研究の重点対象である。張・蔣 (2022) は約1256本の中国資源型都市に関する研究文献を計量方法により分析を行なった。表1のように、資源型都市に関する研究にはよく出てくるキーワードがある。頻度が一番高いのは資源型都市で、資源型都市をめぐって、産業構造転換が中心課題としてよく出ていることがわかる。張・蔣 (2022) の文献統計結果によると、政策効果に関する研究はまだ広がっていない。現在では、産業構造転換と低炭素経済を背景に、資源型都市の発展がより厳しく求められている。それと同時に、産業構造転換を指導する政策が重要な位置に当たる。

4-2. 政策評価の研究サーベイ

近年、中国では、政策効果に関する研究は以下の研究課題に集中している。①枯渇型都市、②政策評価方法、③異なる援助政策などである。陳 (2009) は、枯渇型都市である阜新市の産業構造転換政策を階層分析法 (AHP) で評価した。結果は産業構造転

表1 資源型都市の研究に関わるキーワード

| キーワード | 頻度 | キーワード | 頻度 |
|---------|-----|---------|----|
| 資源型都市 | 535 | 都市経済転換 | 26 |
| 持続可能な発展 | 317 | 石炭資源型都市 | 24 |
| 産業構造転換 | 129 | 対策 | 18 |
| 経済転換 | 126 | 資源枯渇 | 17 |
| 鉱業都市 | 121 | 転換発展 | 17 |
| 転換 | 91 | 林業資源型都市 | 13 |
| 都市転換 | 81 | 都市転換発展 | 12 |
| 資源枯渇型都市 | 73 | グリーン転換 | 12 |
| 石炭都市 | 35 | 資源型都市転換 | 11 |
| 産業構造 | 35 | 東北地区 | 10 |
| 循環経済 | 27 | 観光産業 | 10 |

出所：張継飛，蔣応剛（2022）「国内資源型城市転型研究進展的文献計量分析」

換政策が阜新市の経済を促進している。ただし、階層分析法という分析方法は各影響要素を選ぶ時、主観性が相当に強い。特に、指標の重要性を順序づける点で全て研究者自身の意思で並べ替えていることに課題がある。胡（2010）は産業構造転換の背景について、産業連関表を利用して、安徽省の資源型都市に対して、各産業のポテンシャルを考察して主要産業を決める。産業連関分析を使い、主要産業を明らかにしたが、その産業を現実の主要産業とすれば、経済成長や産業構造転換に促進できるかどうかを検証する必要があると考えられる。方・陳（2015年）は、資源枯渇型都市を例にして、東北地域では、経済発展に伴い環境汚染が弱まり、西部地域では経済発展に伴い、環境汚染が深刻になることを主張した。ただし、枯渇型都市の問題に集中していて、他の資源型都市の状況は分析していない。

孫・陸・成（2019）は2003-2013年の県ごとのデータを使い、DID手法で枯渇型都市の援助政策のGDP、雇用問題、産業構造転換に対する効果を評価している。この研究も枯渇型都市に集中して、他の資源型都市の問題に関する論証は見受けられない。朱（2016）は2007年の政策に対して、河南省の非資源型

都市と資源型都市を分けて政策効果を検証し、「意見（2007）」の政策効果あまり見られないという結果を出している。論文の中で、朱（2016）は「計画（2013-2020）」の実施期間が短く、政策効果の把握は難しいと述べている。彭・金（2021）はDID手法で中国の資源型都市と工業型都市のデータを使い、「産業転型昇級示範区試点政策」という政策の有効性を評価した。その結果、政策は工業型都市の経済を促進できるが、資源型都市の経済効果は小さいと述べている。政策効果を測るには、DIDがよく使われる研究手法だといえる。周・谷（2020）は「計画（2013-2020年）」の環境面に着目して、資源型都市の種類により、汚染緩和に対する政策効果が異なるという結果を出している。

まとめると、省域の研究は多くないが、都市レベルを対象とした実証研究が多い。研究方法が産業連関表、階層分析法（AHP）、差分の差分（DID）などがよく使われている。また、地域政策の評価は研究地域によりそれぞれ異なる。西部資源型都市向けの西部大開発政策、全国枯渇型都市に向けた「意見（2007）」、全国資源型都市に向けた「計画（2013-2020年）」などの研究がある。「計画（2013-2020年）」に対する政策効果は周・谷

(2020)の研究で全ての都市について環境面の効果を検証しているが、経済面、社会面などの考察はまだ行なわれていない。また、枯渇型都市を中心研究対象とするほかに、成長型都市と成熟型都市を考察する必要もある。

4-3. PSM-DIDの研究サーベイ

PSM-DID手法において、Ashenfelter・Card (1985)は、はじめてDIDを使って1976年のCETAプログラムの参加者に対するトレーニングの有効性を推定した。これから、DIDという方法が医療分野と経済分野に使われるようになった。経済分野では政策評価方法として使われる場合が相当に多い。Rosenbaum・Rubin (1983)の因果効果の観察研究では、プロペンシティ・スコア(propensity score)の役割を考察している。プロペンシティ・スコアは、共変量のマッチングを通じて、計算できる処置群と対照群のマッチングスコアといえる。プロペンシティ・スコアを使い、観測された共変量のベクトルを与えられた特定の処理への割り当ての条件付き確率を使い、観測されたすべての共変量による偏りを除去できる。その結果、プロペンシティ・スコアは処置群と対照群のバイアスを除去することに十分であることが示唆される。

日本では、PSM-DIDの先行研究はそれほど多くない。浅野(2012)によると、DIDを明確に提出していなかったが、DIDに似る政策効果を評価する手法を紹介した。特に、自然実験データの回帰分析の部分に、「現実に処置群と対照群の条件付独立性の仮定が満たされていることを示すことは難しい」と主張した。さらに、研究分野のばらつきが大きい。また、PSMのマッチング方法もそれぞれ異なる。例えば、伊藤(2011)はPSM-DIDを利用して介護予防を目的とした

運動器の機能向上プログラムへの継続的な参加の効果を評価している。その結果、プログラムの有意な改善効果を確認することができた。PSM-DIDが介護医療分野に使われ、マッチング方法において、カリパーマッチングとマハラノビスマッチングを採用している。

日本の農地・環境対策の評価に関する研究もあり、農地リース特区制度に着目し、企業による農業参入が地域農業にもたらした影響を評価している(高山・中谷(2014)、中谷(2016))。その結果、企業の参入が耕作放棄地発生防止の効果、周辺地域の農家数の減少の抑制に対する効果が認められる。この研究では、最近傍マッチングと局所的線形回帰マッチングを用いている。戸堂(2008)は日本の政府開発援助によるインドネシア鑄造産業に対する技術援助プログラムの効果を定量的に推計した。その結果、プログラムが不良品率に与える効果は負で有意であるが、参加企業の技術レベルを向上させたことを示している。カリパー・マッチングおよびカーネル・マッチングの方法で参加企業と非参加企業とをマッチさせている。植杉(2014)はプロビットモデル推計を採用して、日本における中小企業向け政府系金融機関の貸出の効果を定量的に検証した。また、杉本(2019)はPSM-DIDでドイツにおける発送電分離の実施による再生可能エネルギー導入への影響評価を行って、太陽光発電に有意な差はなく、バイオマス発電を減少させ、陸上風力発電を増加させると結論づけている。上述の研究手法の差異はほぼマッチング方法の違いである。しかし、マッチング方法はどれがより良いかという定論は未だにない。本研究では、杉本(2019)の分析例⁶に従い、ロジット分析と最近傍マッチングを採用した。

中国では政策評価の研究にPSM-DIDがより多く使われる。劉・趙(2015)の研究によ

ると、西部大開発政策は、西部地域の GDP と地域の一人当たり GDP の明らかな成長を促進していないと明確にした。袁・朱（2018）は PSM-DID で西部大開発政策を分析して、産業構造合理化は促進できるが、産業高度化ができないと指摘している。西部大開発政策の実施時間はより早かったため、関連研究が相当に多く、本研究では経済成長、産業高度化、インフラ設備、対外開放度などの変数の計算を参照した。郭・周（2021）は PSM-DID で国家イノベーション型都市政策の政策効果を考察した。国家イノベーション型都市政策は技術革新を促進し、天然資源への依存を減らすことで、政策効果の向上を実現できるという結論を出している。本研究では対外開放度と工業化の変数の計算を参照した。PSM-DID で資源型地域を考察する研究もある。邵・楊（2010）は石炭都市のパネルデータを用い、3つの仮説を立て、資源と経済の依存度の相互関係を検証した。すなわち、資源型産業への依存度が高ければ、長期的に経済成長が鈍化する。資源の豊富さは、地域の経済成長に有益である。資源が豊富な地域は、資源型産業への依存度がより高い。ただし、この研究は、石炭都市のみを対象にして、全ての資源型都市を含めていない。

他の政策評価方法よりも、PSM-DID は研究対象の前後変化を観察でき、新しい政策評価方法としてより科学的な評価結果が出せるため、政策効果への応用は広がっている。先行研究のように、「計画（2013-2020年）」の経済面の政策効果に関する研究がまだ少ない。本研究では、先行研究の PSM-DID のマッチング方法と変数の選択を参照して、PSM-DID で「計画（2013-2020年）」の経済面の政策効果を考察する。

5. 研究方法の説明とデータの取り扱い

5-1. PSM-DID

本研究で、採用する DID の回帰モデルは以下の公式(1)である。 Y_{it} は結果変数とする。 $treated_i$ と $time_t$ はそれぞれ時間と政策実施対象のダミー変数で、 $treated_i \times time_t$ (DID) は政策効果のダミー変数である。これは説明変数とする。係数 β_1 は DID の効果といえる。すなわち、 β_1 が正であれば政策効果があり、負であれば政策効果がない。 Z_{it} は Y_{it} に影響を与える要素で共変量とする。後節に詳しく説明する。

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1(treated_i \times time_t) + \beta_2 Z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

i : 都市コード

t : 年間コード

Y_{it} : 結果変数

$treated_i$: 政策対象のダミー変数

$time_t$: 政策期間のダミー変数

$treated_i \times time_t$: 政策効果のダミー変数(DID)

Z_{it} : 共変量

ε_{it} : 誤差項

PSM において、個体 i にとって、ダミー変数 $D_i = \{0, 1\}$ で、個体 i 処置されるか否かを表す。 $D_i = 1$ は処置群に当たる。 $D_i = 0$ は対照群に当たる。効果は y_i で表す。 D_i は最後の効果 y_i に影響を与えるかは求めるものである。 $D_i = 1$ の時、 $y_i = y_{1i}$ である。 $D_i = 0$ の時、 $y_i = y_{0i}$ である。本研究では、 $D_i = 1$ は資源型都市を表す。 $D_i = 0$ は非資源型都市である。 y_i は経済成長（都市 GDP の対数值）と産業高度化（第三次産業生産額の対数值）で結果変数として表す。したがって、政策効果は経済成長と産業高度化に影響を与えるかを求めるものである。

$$y_i = \begin{cases} y_{1i} & \text{if } D_i = 1 \\ y_{0i} & \text{if } D_i = 0 \end{cases} \quad (2)$$

処置群における参加者平均処置効果

(Average Treatment Effect on the Treated) (以下 ATT という) は

$$\begin{aligned} ATT &= E[y_{1i} - y_{0i} | D_i = 1] \\ &= E[y_{1i} | D_i = 1] - E[y_{0i} | D_i = 1] \\ &= E[y_{1i} | D_i = 1] - E[y_{0i} | D_i = 0] + \\ &\quad E[y_{0i} | D_i = 0] - E[y_{0i} | D_i = 1] \quad (3) \end{aligned}$$

となる。都市 i が処置を受けた場合の効果は $[y_{1i} - y_{0i} | D_i = 1]$ である。しかし、結果変数の y_{1i} と y_{0i} を同時に観察できないという問題がある。都市 i が処置を受けた場合に、 $[y_{1i} | D_i = 1]$ は政策を実施したので、実施後の状況は現実に観察できる。 $E[y_{0i} | D_i = 1]$ は政策を実施したので、政策を実施しない場合の状態を仮設として、現実に観察できない。

Rosenbaum・Rubin (1983) によると、 $E[y_{0i} | D_i = 1]$ という観察できない場合に、処置を受けない都市のなかに、都市 i の各面と似ている都市 j を探して、都市 i と都市 j のマッチングスコアを計算することを通じて、対照群の都市を決める。要するに、マッチングされた都市はどこか似ている点を判断するために、共変量 x_i を導入しなければならない。式(3)のように、共変量の選択には、政策を実施するか否かと独立して、互いに影響されないことが必要である。すなわち、 $(y_{0i}, y_{1i}) \perp D_i | x_i$ となる。共変量 x_i を決めると、処置群と対照群は完全にランダムであることを意味する。 $(y_{0i}, y_{1i}) \perp D_i | x_i$ の仮設が成り立つ背景に、マッチングスコア $p(x)$ がわかると、 (y_{0i}, y_{1i}) と D_i は相互に独立となる。 $p(x)$ はすべての都市が政策の処置を受ける確率である。本研究では、共変量 x_i は資源依存度、工業化レベル、対外開放度、政府支援、インフラ設備、環境回復、環境汚染を採用して、マッチングの条件とする。次に、logit モデルを使い、 $p(x)$ を算出する。

マッチングスコアの結果によって、処置群の都市と似ている都市を選別できる。しか

し、どれほど似ているかを判断するために、サンプルのコモンサポートとマッチングバランスをテストしなければならない。一般には、 $p(x)$ のバイアスは10%以下であれば、当てはまりがよいといえる。マッチングスコアを確認した後に、マッチングされない都市を対照群から除いて、平均処置効果 ATT_{PSM} を求める。

$$\begin{aligned} ATT_{PSM} &= E[y_{1i} - y_{0i} | D_i = 1] \\ &= E[y_{1i} | D_i = 1, p(x)] \\ &\quad - E[y_{0i} | D_i = 0, p(x)] \quad (4) \end{aligned}$$

5-2. 本研究におけるデータの取り扱い

PSM-DID に関わる先行研究を調べると、小サイズの処置群と大サイズの対照群という差が大きいケースは少ない。今回の分析では、山西省の資源型都市と全国の非資源型都市のデータを用い、仮説1と仮説2を検証する。「計画 (2013-2020年)」が公表した資源型都市リストには山西省の大同市、陽泉市、長治市、晋城市、朔州市、晋中市、運城市、忻州市、臨汾市、吕梁市が載っている。非資源型都市である巢湖市の都市は2013年以降、廃合され、データがなくなっている。したがって、実際に使える都市数は182個、そのうち、山西省の資源型都市は10、全国の非資源型都市は172である。各都市は各年度の『中国都市統計年鑑』から経済データを入手できる。分析期間は政策実施する前後5年間として、2007年-2017年の11年間である。

表2は本研究で用いた変数である。結果変数には、「都市 GDP」の対数を使い、仮説1の結果変数の経済成長⁷とする。第三次産業生産額の対数値で仮説2の結果変数の「産業高度化」とする。説明変数には DID を用い、政策効果を表す。結果の確実さのために、先行研究を踏まえ、結果変数に影響を与える可能性が高い要素も共変量として加える。具体

的に、資源依存度において、資源型地域と非資源型地域の差が大きいので、影響要素として加える。鉱業に直接関わる生産額、資源保有量などが理想なデータであるが、一部のデータが入手できない一方、非資源型都市の鉱業データが極めて少ない。そこで、鉱業従業員数と総従業員数の割合で表す。工業化レベルにおいて、エネルギー供給地としている資源型地域は重工業の変化が経済に重要な要素である。第二次産業生産額の対数値で表す。対外開放度は内陸の都市にとってそれほど大きな影響がないが、沿海都市と重要な大都市にとって、影響が大きいといえる。次は政府支援である。産業政策を実施する時、政府からの財政支援は経済成長にとって重要な要素である。政府財政予算支出の対数値で表す。インフラ設備⁸は経済発展の基盤として重要である。都市一人当たりの道路面積を用

いる。都市一人当たりの緑地面積で環境回復を表す。環境汚染において、資源型地域では、エネルギー開発と環境汚染を伴い、資源型地域の経済成長を実現している。二酸化硫黄(SO₂)と煤煙の合計年排出量の対数値で表す。これらの変数を結合して、パネルデータを構築した。ただし、共変量の中で一部欠けているデータに対しては、前後のデータを用いて線形挿値⁹方法で補足する。

表3は結果変数と共変量の記述統計量を表す。パネルデータで、都市数は182で、標本数は合わせて2002個あり、処置群は110で、対照群は1892である。処置群と対照群の平均値から見れば、処置群はほぼ低下の状態である。GDPがより少なく、第三次産業の割合がより低く、対外開放度で対照群との差が大きい。政府支援の支出がそれほど多くない。それと同時に、環境汚染も高い。工業化が高

表2 変数の説明

| | 変数 | データ | 定義 |
|------|----------------|---------------------------------------|------------|
| 結果変数 | lngdp | 都市GDPの対数値 | 経済成長状況 |
| | third industry | 第三次産業生産額の対数値 | 産業高度化 |
| 説明変数 | DID | time*treated交差項 | 政策効果 |
| | time | 政策実施期間であれば1, それ以外0 | 時間のダミー変数 |
| | treated | 資源型都市であれば1, それ以外0 | 実施対象のダミー変数 |
| 共変量 | mining labor | (市内鉱業従業員数/市内総従業員数)*100 | 資源依存度 |
| | industry | 第二次産業生産額の対数値 | 工業化レベル |
| | open | (実際の海外投資額/市GDP)*10000 | 対外開放度 |
| | government | 政府財政予算支出の対数値 | 政府支援 |
| | infrastructure | 都市一人当たりの道路面積 | インフラ設備 |
| | green | 都市一人当たりの緑地面積 | 環境回復 |
| | pollution | 二酸化硫黄(SO ₂)と煤煙の合計年排出量の対数値 | 環境汚染 |

表3 基本統計量

| VARIABLES | control group | | | | | treatment group | | | | | all | | | | |
|----------------|---------------|-------|-------|------|--------|-----------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
| | Size | Mean | Std. | Min | Max | Size | Mean | Std. | Min | Max | Size | Mean | Std. | Min | Max |
| lngdp | 1,892 | 7.16 | 0.44 | 5.79 | 8.45 | 110 | 6.91 | 0.18 | 6.41 | 7.32 | 2,002 | 7.15 | 0.44 | 5.79 | 8.45 |
| third industry | 1,892 | 6.76 | 0.50 | 5.32 | 8.31 | 110 | 6.50 | 0.23 | 5.99 | 7.09 | 2,002 | 6.74 | 0.49 | 5.32 | 8.31 |
| mining labor | 1,892 | 1.43 | 2.67 | 0 | 42.95 | 110 | 24.24 | 12.95 | 0.12 | 48.49 | 2,002 | 2.69 | 6.55 | 0 | 48.49 |
| industry | 1,892 | 6.83 | 0.47 | 5.10 | 7.93 | 110 | 6.62 | 0.18 | 6.13 | 6.96 | 2,002 | 6.82 | 0.46 | 5.10 | 7.93 |
| open | 1,892 | 32.08 | 30.89 | 0 | 294.60 | 110 | 17.84 | 13.76 | 0.76 | 76.87 | 2,002 | 31.29 | 30.37 | 0 | 294.60 |
| government | 1,892 | 6.34 | 0.40 | 4.90 | 7.88 | 110 | 6.16 | 0.23 | 5.53 | 6.52 | 2,002 | 6.33 | 0.39 | 4.90 | 7.88 |
| infrastructure | 1,892 | 9.56 | 7.80 | 0.21 | 73.04 | 110 | 6.81 | 4.21 | 0.68 | 19.52 | 2,002 | 9.41 | 7.68 | 0.21 | 73.04 |
| green | 1,892 | 29.37 | 57.19 | 0.38 | 1.18 | 110 | 12.37 | 9.62 | 1.55 | 43 | 2,002 | 28.43 | 55.77 | 0.38 | 1.18 |
| pollution | 1,892 | 4.67 | 0.46 | 1.66 | 6.28 | 110 | 5.18 | 0.29 | 4.51 | 6.72 | 2,002 | 4.70 | 0.47 | 1.66 | 6.72 |

く、資源依存度が顕著に高く、対照群は経済成長状況がより良く、産業高度化、対外開放度、インフラ設備が良い。これらの基本統計量からまとめると、資源型地域の現状に合致している。山西省は中国の内陸に位置して、エネルギー資源が豊富であり、鉱業従業員数も一般都市より多い。エネルギー資源を基盤とする工業の多くは重工業であり、環境汚染もより深刻になる。

6. PSM-DIDによる実証分析

6-1. 単純なDIDモデルの回帰分析

まずは、マッチングせずに、DIDモデルを回帰する。使用したソフトウェアは

Stata/BE 17.0である。モデル(1)とモデル(3)はDIDだけを回帰している。(1)と(3)より、モデル(2)とモデル(4)は他の共変量を加えて回帰したものであり、擬似決定係数が顕著に上がり、モデルの説得力が強くなっている。サンプル数は2002個である。

回帰結果から、仮説1の経済成長にとって、DIDの推定係数はいずれも正で1%の有意水準で有意となり、「計画(2013-2020年)」は山西省の経済成長を促進できる。モデル(2)では、工業は山西省の主要産業として、正で1%の有意水準で有意である。政府の財政支出が増えれば、経済成長を促進できる。資源依存度、環境汚染とインフラ設備は1%の有意水準で負に有意であり、増えれば、経済成

表4 DIDの回帰結果

| VARIABLES | (1) | (2) | VARIABLES | (3) | (4) |
|----------------|-------------------------|----------------------|----------------|-------------------------|----------------------|
| | lngdp | lngdp | | third industry | third industry |
| DID | 0.199*** (15.21) | 0.068*** (6.90) | DID | 0.315*** (33.12) | 0.111*** (4.96) |
| mining labor | | -0.007*** (-7.20) | mining labor | | -0.014*** (-4.85) |
| industry | | 0.671*** (20.70) | lngdp | | 1.043*** (28.77) |
| open | | -0.000 (-1.55) | open | | -0.000 (-1.23) |
| government | | 0.235*** (7.90) | government | | 0.048 (1.62) |
| infrastructure | | -0.000* (-1.85) | infrastructure | | -0.001*** (-3.49) |
| green | | 0.000 (1.46) | green | | 0.000** (2.37) |
| pollution | | -0.045*** (-7.38) | pollution | | -0.066*** (-7.74) |
| Constant | 7.145*** (21,845.17) | 1.327*** (20.08) | Constant | 6.736*** (28,381.17) | -0.659*** (-5.47) |
| Observations | 2,002 | 2,002 | Observations | 2,002 | 2,002 |
| R-squared | 0.016 | 0.968 | R-squared | 0.028 | 0.957 |
| F test | 0 | 0 | F test | 0 | 0 |
| r2_a | 0.0156 | 0.968 | r2_a | 0.0279 | 0.957 |
| F | 231.4 | 1843 | F | 1097 | 1619 |

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

長を阻害する。鉱業従業員数が拡大すれば、鉱業規模も拡大される。鉱業規模は経済成長に負の影響を与える。鉱業の開発による廃物排出量が多ければ、環境にも経済にも良くないことがわかる。理論的に、インフラ設備が増えれば、経済成長を促進できるはずであるが、インフラ設備のデータは都市一人当たりの道路面積であり、道路面積が増えても、経済に促進できない可能性があるとして推測する。モデルから、対外開放度と緑地面積の効果は見られない。

仮説2の産業高度化について、モデル(3)とモデル(4)では、DIDの推定係数はいずれも正で1%の有意水準で有意であり、政策の促進効果が見られる。他の共変量を加えた後に、経済成長と緑地面積は産業高度化を促進している。GDPと第三次産業に相互に促進できる関係があるので、GDPの成長に伴い産業高度化も促進している。緑地面積は環境に優しい要素として、環境に優しい第三次産業の発展を促進できる。資源依存度、インフラ設備と環境汚染は産業高度化に負の効果を示している。鉱業従業員数が増えれば、鉱業の規模が拡大され、第二次産業が増えるので、第三次産業の割合が低下するのは当たり前のことである。

上述は対照群を選別せず、全国の子資源型都市を対照として、山西省に対する政策効果の分析を行なった。ただし、このまま、PSMを使わず、厳密な結果が得られるとは考えられない。たとえば、子資源型都市の上海市も対照群に入って、上海市と山西省のある都市との比較はバイアスが生じていると考えられる。処置群の都市に似ている都市のマッチングは非常に重要である。したがって、対照群と処置群は必ず平行トレンドの仮定を満たす。第5節に述べたPSM理論のように、マッチングの確率を計算する必要がある。

6-2. PSM-DIDモデルの回帰分析

ここでは、ロジット分析で回帰して最近傍マッチング(Nearest neighbor matching)して傾向スコアを計算する。結果変数は経済成長、産業高度化であり、マッチング変数は上記の共変量を用いる。共変量で各都市の $p(x)$ を計算し、各都市の政策を実施する傾向スコアが得られる。次はパネルデータを用いて最近傍マッチングを用いて処置群と対照群をマッチングさせる。最近傍マッチングでは1:1マッチングを行った。結果の頑健性のために、最近傍マッチング以外、半径マッ

表5 Robustness checks

| ATT | GDP | third industry |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Nearest neighbor matching (t値) | 0.002226697 (0.03) | 0.107924259 (1.64) |
| treated | 6.90252354 | 6.49892534 |
| control | 6.90029684 | 6.39100108 |
| Radius matching (t値) | 0.023548894 (0.57) | 0.113659184 (2.37) |
| treated | 6.90252354 | 6.49892534 |
| control | 6.87897465 | 6.38526616 |
| kernel matching (t値) | 0.027375276 (0.66) | 0.113587002 (2.34) |
| treated | 6.90407123 | 6.4994362 |
| control | 6.87669595 | 6.3858492 |

表6 common supportの確認

| | | off support | on support | total |
|----------------|-----------|-------------|------------|-------|
| GDP | untreated | 896 | 996 | 1892 |
| | treated | 3 | 107 | 110 |
| | total | 899 | 1103 | 2002 |
| third industry | untreated | 652 | 1240 | 1892 |
| | treated | 4 | 106 | 110 |
| | total | 656 | 1346 | 2002 |

表7 経済成長状況の最近傍マッチングバランステスト結果

| Variable | Unmatched Matched | Mean | | %reduct %bias | bias | t-test | | V(T)/ V(C) |
|----------------|----------------------|---------|---------|------------------|------|--------|-------|---------------|
| | | Treated | Control | | | t | p> t | |
| industry | U | 6.6211 | 6.8279 | -58.4 | | -4.62 | 0.000 | 0.15* |
| | M | 6.6174 | 6.5825 | 9.8 | 83.1 | 0.70 | 0.486 | 0.14* |
| open | U | 17.842 | 32.075 | -59.5 | | -4.80 | 0.000 | 0.20* |
| | M | 18.056 | 18.219 | -0.7 | 98.9 | -0.07 | 0.946 | 0.44* |
| government | U | 6.1619 | 6.3408 | -54.6 | | -4.65 | 0.000 | 0.34* |
| | M | 6.156 | 6.1081 | 14.6 | 73.3 | 1.05 | 0.295 | 0.33* |
| infrastructure | U | 6.8096 | 9.563 | -43.9 | | -3.67 | 0.000 | 0.29* |
| | M | 6.7358 | 6.1096 | 10.0 | 77.3 | 1.08 | 0.279 | 0.90 |
| green | U | 12.372 | 29.366 | -41.4 | | -3.11 | 0.002 | 0.03* |
| | M | 12.599 | 13.807 | -2.9 | 92.9 | -0.89 | 0.372 | 0.91 |
| pollution | U | 5.1765 | 4.6742 | 130.1 | | 11.24 | 0.000 | 0.39* |
| | M | 5.1481 | 5.1364 | 3.0 | 97.7 | 0.37 | 0.711 | 0.74 |

表8 産業高度化の最近傍マッチングバランステスト結果

| Variable | Unmatched Matched | Mean | | %reduct %bias | bias | t-test | | V(T)/ V(C) |
|----------------|----------------------|---------|---------|------------------|------|--------|-------|---------------|
| | | Treated | Control | | | t | p> t | |
| lngdp | U | 6.9067 | 7.1638 | -76.1 | | -6.07 | 0.000 | 0.17* |
| | M | 6.9029 | 6.8683 | 10.2 | 86.6 | 0.80 | 0.427 | 0.20* |
| open | U | 17.842 | 32.075 | -59.5 | | -4.80 | 0.000 | 0.20* |
| | M | 18.139 | 19.129 | -4.1 | 93.0 | -0.47 | 0.636 | 0.71 |
| government | U | 6.1619 | 6.3408 | -54.6 | | -4.65 | 0.000 | 0.34* |
| | M | 6.1557 | 6.1267 | 8.8 | 83.8 | 0.69 | 0.491 | 0.42* |
| infrastructure | U | 6.8096 | 9.563 | -43.9 | | -3.67 | 0.000 | 0.29* |
| | M | 6.7647 | 6.9684 | -3.2 | 92.6 | -0.30 | 0.763 | 0.53* |
| green | U | 12.372 | 29.366 | -41.4 | | -3.11 | 0.002 | 0.03* |
| | M | 12.684 | 13.874 | -2.9 | 93.0 | -0.88 | 0.378 | 0.94 |
| pollution | U | 5.1765 | 4.6742 | 130.1 | | 11.24 | 0.000 | 0.39* |
| | M | 5.1399 | 5.1334 | 1.7 | 98.7 | 0.20 | 0.844 | 0.51* |

グ (Radius matching)、カーネルマッチング (Kernel matching) を使い、ATT の結果を計算した。表5のように、3つのマッチング方法の差はそれほど大きくないので、最近傍マッチングの結果が頑健だと認められる。その結果、経済成長の ATT_{PSM} は0.002226697で非常に小さい値であり、t値が1.96より小さく、処置群と対照群の差が有意ではないといえ、当てはまりが良い。産業高度化の ATT_{PSM} は0.107924259であり、t値も1.96より小さくて、処置群と対照群の差が小さいことがわかる。

表6に示すように、1:1でペアを作る最近傍マッチングを行った結果、コモンサポートを満たさない処置群は261個、対照群は374個である。オンサポートのサンプル数が多い。マッチング状況が良い。これらのオフサポートのデータを取り除き、残りのデータは資源型都市のサンプルと資源型都市の特徴が似ている非資源型都市のサンプルである。

マッチングによるバランステストの結果は表7と表8である。陳 (2010) によると、PSM でバイアスが10%未満であれば、当てはまりが良いと述べている。本研究では、最近傍マッチングの結果によって、経済成長において、政府支援以外、多くの変数でバイアスが10%未満であり、両グループの共変量の平均値にも有意な差がなくなっている。産業高度化において、全ての変数のバイアスが10%より小さい。言い換えれば、処置群と対照群の都市は工業化、対外開放度、政府支援、インフラ設備、環境回復、環境汚染の特徴が近くて、差が小さい。マッチングの過程に、資源依存度が入っていない。原因は資源依存度が近ければ、全て資源型都市リストに載っている。資源依存度を用いれば、マッチングできる非資源型都市がほほない。したがって、ここで、資源依存度を使わず、他の

共変量を使いマッチングする。

仮説1の経済成長と仮説2の産業高度化において、図3と図5はマッチング前の処置群と対照群の確率である。マッチング前に、確率の差が相当に大きい、処置群と対照群はほほ関係がない。図4と図6に示すように、マッチング後、両方の確率は同じのトレンドで変化して、なお、確率の差も小さくなって、マッチングの状況が良いといえる。

マッチングの後、DID を実施する上では、平行トレンドの仮定が成立していることが前提条件になる。図7は資源型都市 GDP の平均対数値とマッチング後の非資源型都市 GDP の平均対数値を使い、11年間の変化を示したものである。基本統計量の結果と同じ、非資源型都市の経済成長がより高いと示唆される。2013年よりも前は相対的に平行トレンドを満たす。2013年以降、資源型都市と非資源型都市の経済成長差を拡大している。

図8は資源型都市の第三次産業生産額の平均対数値とマッチング後の非資源型都市第三次産業生産額の平均対数値を使い、11年間の変化を示したものである。非資源型都市の産業高度化がより高いと示唆される。2013年よりも前は、ほほ平行の状態、2013年以降、平行トレンドから少し差が大きくなり、特に、2017年に急に上昇している。図7と図8の分析から、仮説1と仮説2の平行トレンドの仮定が成立していることがわかる。以上により、マッチング後のデータで DID モデルを回帰する。

以下は、マッチング以降のデータで DID を回帰した結果である。モデル(5)とモデル(7)は DID だけを回帰した結果で、モデル(6)とモデル(8)は他の共変量を加えて回帰した結果である。

モデル(5)とモデル(6)は経済成長に対する結果として、統計的に正で、それぞれ1%と

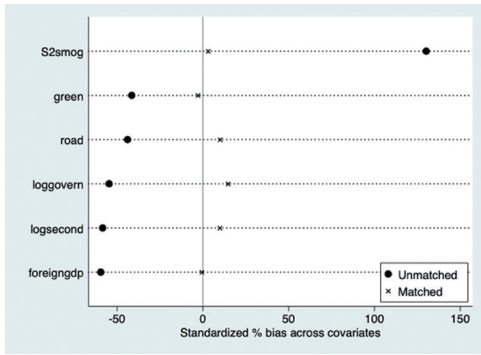


図1 経済成長状況におけるマッチング前後のバイアス

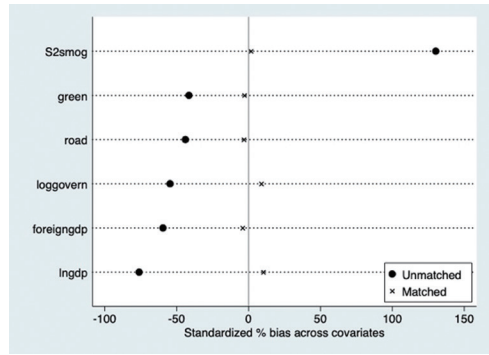


図2 産業高度化におけるマッチング前後のバイアス

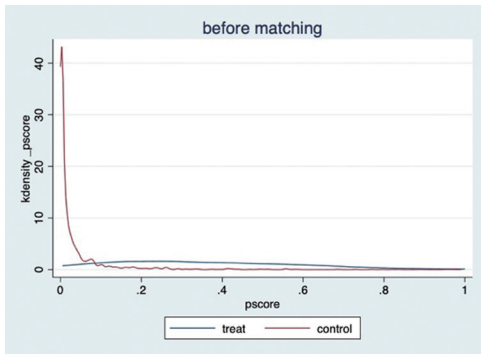


図3 経済成長のマッチング前の $p(x)$ 確率

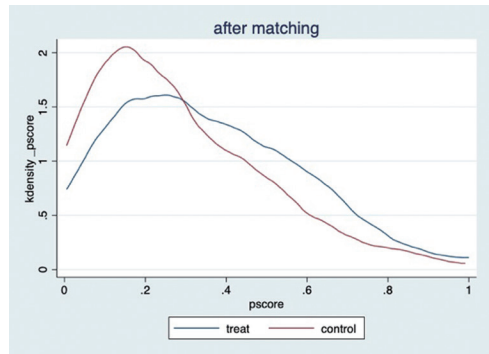


図4 経済成長のマッチング後の $p(x)$ 確率

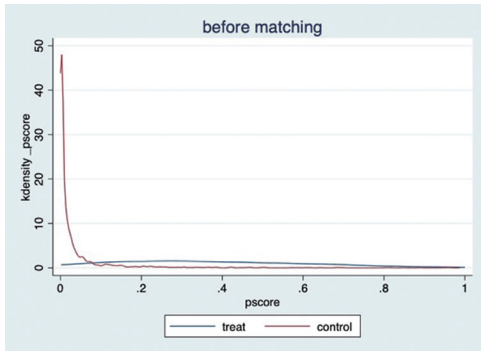


図5 産業高度化のマッチング前の $p(x)$ 確率

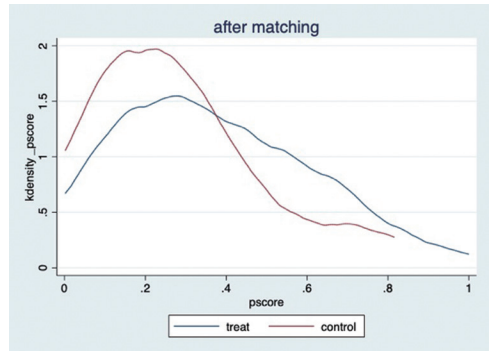


図6 産業高度化のマッチング後の $p(x)$ 確率

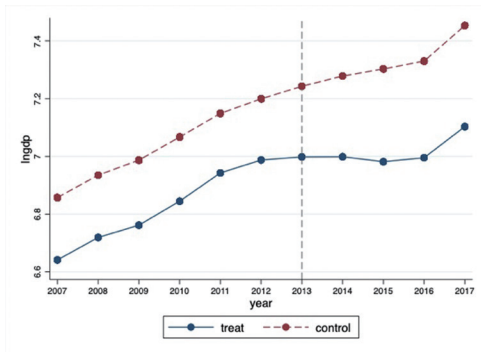


図7 経済成長の平行トレンド

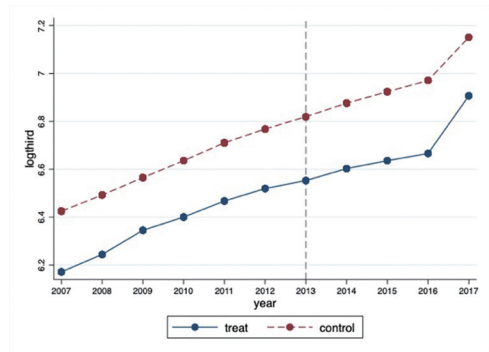


図8 産業高度化の平行トレンド

10%の有意水準で有意である。政策効果は経済成長に正の効果である。共変量を加えてから、DIDは弱くなっていて、モデル(6)では、工業化、政府支援の推定係数は正で、統計的に顕著に有意である。資源型都市の特徴は第二次産業が主要産業であるので、第二次産業を増やせば、GDPが増える。ただし、経済成長以外に、資源型都市に対する重要なことは産業構造転換で、長期的に、第二次産業への依存を減少させる方がより良いことであろう。政府財政支出が増えれば、経済を成長できる。したがって、政府は経済発展の過程で、重要な役割を担い、どの産業に支援するか、どこにお金を使うのか相当に重要なことである。対外開放度、環境汚染、インフラ設備の推定係数は負で、統計的に顕著に有意

である。周知のように、環境汚染は環境破壊を伴いながら、経済を進展させる。資源枯渇型都市のように、短期的に、経済を成長実現できるかもしれないが、長期的に、持続可能な発展にはならない。

モデル(6)はモデル(2)と比較して、DIDの顕著性がモデル(2)の有意水準1%から10%に上がっても有意である。資源依存度の有意性は無くなった。資源依存度のデータは鉱業従業員の人数であるので、鉱業従業員人数の増減が経済に影響を与えていないということがわかる。一方、対外開放度は有意性がない状態から、5%の有意水準で有意になって、経済成長に負の効果が出た。実は、資源型都市はほぼ内陸に位置して、外国からの投資額がそれほど多くない。また、中国は外資に対

表9 PSM-DIDの回帰結果

| | (5) | (6) | (7) | (8) |
|----------------|------------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|
| VARIABLES | lngdp | lngdp | third industry | third industry |
| DID | 0.216*** (10.42) | 0.043* (1.95) | DID 0.340*** (22.34) | 0.085*** (4.60) |
| mining labor | | -0.002 (-1.63) | mining labor | -0.001 (-0.40) |
| industry | | 0.445*** (3.83) | lngdp | 0.817*** (3.83) |
| open | | -0.000** (-2.48) | open | -0.001 (-1.23) |
| government | | 0.375*** (4.37) | government | 0.231 (1.48) |
| infrastructure | | -0.003*** (-3.01) | infrastructure | -0.002 (-1.30) |
| green | | -0.001 (-1.05) | green | -0.000 (-0.06) |
| pollution | | -0.077*** (-3.31) | pollution | -0.176*** (-4.34) |
| Constant | 6.879*** (1,463.59) | 2.116*** (7.63) | Constant | 6.400*** (1,577.83) |
| Observations | 141 | 141 | Observations | 139 |
| R-squared | 0.352 | 0.958 | R-squared | 0.028 |
| F test | 0 | 0 | F test | 0 |
| r2_a | 0.347 | 0.956 | r2_a | 0.0279 |
| F | 108.6 | 704.4 | F | 1097 |

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

して多くの制限があるため、資源型産業に参入するのは非常に困難である。負の効果が得られるが、本当かどうか深く研究しなければわからない。そして、分析結果によって、仮説1を検証すると、「計画（2013-2020年）」は山西省の経済成長に促進できる。

モデル(7)とモデル(8)は産業高度化に対する結果として、いずれも DID の政策効果は正で1%の有意水準で有意である。共変量を入れてから、GDP は産業高度化に正の効果が出て、環境汚染は負の効果である。モデル(8)はモデル(4)と比較して、PSM-DID の結果は資源依存度、インフラ設備、緑地面積の有意性がなくなった。前の説明の通りに、

GDP と第三次産業の関係は相互の成長を実現できるので、正の効果は想定内の結果である。環境汚染を増加しつつも、工業が増えている。そして、産業高度化を阻害している。分析結果によって、仮説2を検証すると、「計画（2013-2020年）」は山西省の産業高度化を促進している。

政策の実施年は2013年であるが、結果の有意性を確保ために、仮に2011年を実施年にして、同様な結果が出るかどうかを確認する。DID の結果が正また統計的に有意であれば、上述の分析が頑健とはいえない。結果が負または統計的に有意でなければ、分析結果が頑健である。

表10 2011年を政策実施年とする回帰結果

| VARIABLES | (9) | (10) | VARIABLES | (11) | (12) |
|----------------|---------------------|---------------------|----------------|-----------------------|----------------------|
| | unmatched | match | | unmatched | match |
| | lngdp | lngdp | | third industry | third industry |
| DID | 0.009** (2.24) | 0.006 (1.30) | DID | 0.002 (0.17) | -0.018* (-1.77) |
| mining labor | 0.001 (1.44) | -0.000 (-0.05) | mining labor | -0.006** (-2.36) | 0.000 (0.01) |
| industry | 0.462*** (29.96) | 0.484*** (19.46) | lngdp | 2.002*** (31.64) | 1.987*** (20.80) |
| open | -0.000 (-0.41) | 0.000 (1.06) | open | -0.000 (-0.48) | -0.000 (-0.33) |
| government | 0.049*** (5.42) | 0.005 (0.39) | government | -0.029* (-1.74) | 0.052 (1.43) |
| infrastructure | 0.000* (1.92) | -0.001 (-1.63) | infrastructure | -0.000*** (-3.13) | 0.001 (1.63) |
| green | -0.000* (-1.95) | 0.000 (0.58) | green | 0.000** (2.57) | -0.000 (-1.05) |
| pollution | 0.003 (0.82) | 0.000 (0.04) | pollution | -0.025*** (-3.23) | -0.019 (-0.91) |
| Constant | 0.819*** (24.93) | 0.565*** (7.60) | Constant | -1.443*** (-14.62) | -0.990*** (-5.05) |
| Observations | 2,002 | 141 | Observations | 2,002 | 139 |
| R-squared | 0.995 | 0.996 | R-squared | 0.984 | 0.992 |
| F test | 0 | 0 | F test | 0 | 0 |
| r2_a | 0.995 | 0.996 | r2_a | 0.984 | 0.992 |
| F | 11219 | 16008 | F | 3175 | 1520 |

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表10は2011年を実施年にしたPSM-DIDの分析結果である。モデル(9)とモデル(11)はマッチングせずに、共変量を入れた結果である。モデル(10)とモデル(12)はマッチング以降、共変量を入れた結果である。モデル(9)を見ると、DIDは5%の有意水準で有意になるが、確率が高いモデル(10)には、DIDの有意性がない。したがって、仮説1は成り立つ。また、モデル(11)の有意性もない。モデル(12)は10%の有意水準で負の効果が出ている。負の結果は現実の産業変化と合わないのので、仮説2も成り立つ。

7. おわりに

「計画(2013-2020年)」は中国の資源型都市に向けた全国政策で、そのうち、社会、環境、民生、経済などに関する指導策を公表した。一部の先行研究では政策の環境面における政策効果を研究しているが、経済面の政策効果と評価手法などの不足を補完する必要がある。したがって、本研究では、先行研究を踏まえ、「計画(2013-2020年)」の経済面に着目して、資源型地域の山西省を例にして、2つの仮説を立てた。検証の結果「計画(2013-2020年)」は山西省の経済成長を促進できる。また、「計画(2013-2020年)」は山西省の産業高度化を促進できると結論づけられた。

研究方法はPSM-DIDであるので、DIDという政策効果以外に、共変量として、経済成長と産業高度化に影響を与える要素も用いた。具体的に、工業化と政府財政支出が経済成長を促進できる。工業は資源型都市の主要産業として、経済成長に対して重要な推進力である。しかし、工業化の発展に伴い、環境汚染も増えていることが現実である。回帰結

果に示すように、環境汚染は負の効果が出ている。それで、工業は経済を促進できるが、長期的に、特に重工業が発展すれば、環境にやさしいとはいえない。資源型都市にとって、産業構造転換や産業高度化に移行するのは持続可能な発展を実現できるかもしれない。産業高度化の結果より、GDPと環境汚染の結果が顕著に有意である。他の共変量は有意性がみられない。本研究の結果から見れば、「計画(2013-2020年)」は確かに第三次産業の発展を促進していることを明らかにした。

もう一つの結論は、資源型都市と非資源型都市の差である。基本統計量も平行トレンドも、マッチング後のデータも、非資源型都市の全体は経済状況が良い。また、産業高度化の状況もより早い。この差が拡大し続けるならば、より深刻な問題になる可能性がある。それからいうと、経済格差の現象を緩和するために、資源型都市に向けた支援政策が非常に重要である。本研究の結果により、政府財政支出は経済成長に有意である。中国の国情により、政府は経済成長に重要な役割を担い、第三次産業または環境にやさしい工業を財政的に支援すれば、資源型都市により良い政策効果が得られるかもしれない。

本研究では、PSM-DIDを採用して検証してきたが、先行研究がそれほど多くないし、まだ新しい研究方法と考えられる。結果の頑健性を確保するために、筆者は3つのマッチング方法を計算し、また、政策実施年を変更して、結果をチェックしたが、不足するところがまだあると考えられる。まず、2002個のデータを収集したが、入手できないデータは前後のデータを使い、線形挿値の方法で補足した。数学的に推計された数字であるので、現実のデータと全く同じとはいえない。また、共変量の選択について、筆者は、先行研

究を参考にして共変量を決めたが、共変量の数や、共変量のデータを変更するならば、分析結果が変わる可能性もある。最後に、本研究では、マクロ面の経済効果を検証したが、「計画（2013-2020年）」を実施する過程において、具体的に各々の部門にどのような支援政策を行ってきたか及び政策効果は明らかにしていない。考察の難点は中国で政府部門の職能は交差している部分があるので、政策資料収集とデータの選択が相当に困難だと考えられる。今後は、資料とデータを収集しながら、各部門に沿った政策および政策効果に関する研究を課題として研究していきたい。

「計画（2013-2020年）」を公表した時、中国は、経済高度発展から、産業構造転換と持続可能な発展を求める段階であった。資源型

地域に対して、産業高度化、産業構造の多様性、産業クラスター化に転換することを通じて、経済成長を促進した。近年、全世界では、カーボンニュートラルを目指して、低炭素社会を推進している。このような背景において、低炭素経済と産業構造転換の目標は、資源型地域の経済にとってより厳しい状況になっている。資源型地域の産業動向や低炭素経済への転換などを含めたより深い研究は今後の課題である。

謝辞

本稿は山口大学基金の助成を受けた研究成果の一部である。ここで、感謝を申し上げます。

注

¹ 「計画（2013-2020年）」は資源型都市を四種類に分けている。成長型都市は資源開発の上昇段階にあり、エネルギー供給基地となる。成熟型都市は資源開発の安定段階にあり、現段階において、エネルギー供給地域である。衰退型都市は資源が枯渇し、経済成長が停滞し、経済転換を求める地域である。再生型都市は脱資源成長を実現し、経済転換の先駆地域である。

² 他の分野において、民生の分野では、①雇用と再雇用を促進する、②炭鉱区域の住宅再改造、③医療衛生事業を保障する、④暮らしやすい生活環境を構築する。エネルギー分野では、①資源型都市の資源保有量によって分別する。②エネルギー開発基準を定め、集約型エネルギー産業に転換する、③エネルギー資源と廃棄物の再利用、④新エネルギー産業を発展させる。環境面では、①鉱山環境の回復、②新たな汚染物の排出基準を策定する。③低炭素技術や製品開発を提唱する、④環境にもろい重点地域に環境生態を保護するとなっている。

³ 山西省の面積は15.67万km²、11の地級市を有して、総人口は3718.34万人（2017年）であり、中国の内陸に位置する。2013年に資源型都市と認定された都市は、成長型の朔州市、成熟型の大同市、陽泉市、長治市、晋城市、忻州市、晋中市、臨汾市、运城、吕梁市10の地級市である。

⁴ 「國務院批轉民政部市標準報告を調整するに関する通知」（1986年）により、地級市の基準は以下である。都市部における非農業産業の従業員数が25万人以上に達し、そのうち、市政府所在地における都市戸籍を持つ人口が20万人以上に達し、また工業総生産額が80%以上を占め、市内総生産は25億元以上に達する。第三次産業が発達で、生産額が第一次産業を超え、市内総生産の35%以上を占める。地方予算の中で、財政収入が2億元以上に達する。

⁵ 資源開発の過程で、法律面、経済面、行政面の措置が取られることを指す。資源を開発する企業は環境保護と環境回復の責任と義務を負うべきである。「資源開発者は資源保護者、資源からの受益者は資源への補償者、環境汚染者は環境回復者」という原則がある。資源枯渇型都市や国営の資源型企業に対し、必要な支援金と支援政策を行っている。

⁶ マッチングの詳細については、杉本（2019）に詳しい。

⁷ GDPの対数値以外に、邵・楊（2010）は一人当たりGDP成長率で経済レベルを表している。関・董・張（2021）は一人当たりGDPで経済レベルを表している。

⁸ インフラ設備を表示するデータは極めて少ないので、袁・朱（2018）と関・董・張（2021）を参考して、都市一人当たりの道路面積で表した。

⁹ 線形挿値の方法において、陳(2010)『高級計量経済学及びStata応用』を参考にして、ipolateコマンドを使っている。

参考文献 (アルファベット順) :

a. 論文・書籍

浅野耕太 (2012)『政策研究のための統計分析』ミネルヴァ書房

Ashenfelter, O. C., & Card, D. (1985) Using the longitudinal structure of earnings to estimate the effect of training programs *The Review of Economics and Statistics*, 67(4) pp.648-660

陳強 (2010)『高級計量経済学及Stata応用』北京高等教育出版社

陳雲萍 (2009)「基于層次分析法的公共政策效果評估—以阜新市轉型試點政策為例」『雲南財經大學學報』(135) pp.133-140

崔彬・牛建英・李超峰 (2015)『現代鉅産資源経済学』中国人民大学出版社

方杏村・陳浩 (2015)「經濟增長和環境污染的動態关系及其区域差异——基于資源枯竭型城市面板数据的實証分析」『生態經濟』(06) pp.49-52

高麗峰・李彭蓉 (2007)「典型資源枯竭型城市利用外資情況研究—以阜新為例」『特區經濟』(11) pp.58-62

関海玲・董慧君・張宇茹 (2021)「全国資源型城市可持續發展规划的污染減排効応」『經濟問題』(06) pp.80-90

郭俊華・周丹萍 (2020)「国家創新型城市政策对城市綠色發展續效的影响——基于技術創新,資源依賴的中介作用」[J/OL].『軟科学』pp.1-15

韓予・仵瑞 (2012)「資源型城市税收、金融和經濟相互影响的實証分析——以河南省鶴壁市、三門峽市為例」『金融理論与实践』(05) pp.87-90

胡江紅 (2010)「从投入產出表分析安徽省主導產業的選取」『經濟論壇』478 (06), pp.90-94

伊多波良雄 (2009)『公共政策のための政策評価手法』中央経済社

伊藤元重 (1988)『産業政策の經濟分析』東京大学出版会

伊藤和彦・大淵修一・辻一郎 (2011)「介護予防の效果に関する實証分析—「介護予防事業等の效果に関する総合的評価・分析に関する研究」における傾向スコア調整法を導入した運動器の機能向上プログラムの效果に関する分析—」『医療と社会』21(3) pp.265-281

刘瑞明・趙仁杰 (2015)「西部大開發:增長驅動還是政策陷阱——基于PSM-DID方法的研究」[J].『中国工業經濟』(06) pp.32-43

中谷朋昭 (2016)「農地・水・環境保全向上対策の評価と多面的機能支払への展望 政策目標と政策効果」『農業經濟研究』88.1 pp.99-114

彭飛・金慧晴 (2021)「区域産業政策有效性評估—基于中国資源型和老工業城市的証据」『産業經濟研究』(03), pp.99-111

Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B. (1983) The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1) pp.41-55

Rubin, D. B. (1974) Estimating causal effects of treatments in randomized and nonrandomized studies. *Journal of educational Psychology*, 66 (5) pp.688-701

邵帥・楊莉莉 (2010)「自然資源丰裕、資源産業依賴与中国区域經濟增長」[J].『管理世界』(09) pp.26-44

杉本康太 (2019)「ドイツにおける送電分離が再生可能エネルギーの導入に与えた影響」再生可能エネルギー經濟学講座ディスカッションペーパー

孫天陽・陸毅・成麗紅 (2020)「資源枯竭型城市扶助政策實施效果,長效机制与産業升級」[J].『中国工業經濟』2020(07) pp.98-116

高山太輔・中谷朋昭 (2014)「傾向スコアマッチング法による農地・水・環境保全向上対策のインパクト評価—北海道における共同活動支援を対象として」『農村計画学会誌』33.3 pp.373-379

戸堂康之 (2008)「日本のODAによる技術援助プログラムの定量的評価—インドネシア鑄造産業における企業レベルデータ分析—」經濟産業研究所, RIETI Discussion Paper Series, (08-J), 035

筒井淳・平井裕・秋吉美・水落正・坂本和・福田亘 (2011)『Stataで計量經濟学入門』第2版京都:ミネルヴァ書房

植杉威一郎・内田浩史・水杉裕太 (2014)「日本政策金融公庫との取引関係が企業パフォーマンスに与える效果の検証」經濟産業研究所, RIETI Discussion Paper Series, (14-J), 045

山谷清志 (1997)『政策評価の理論とその展開—政府のアカウントビリティ—』晃洋書房

山谷清志 (2006)『政策評価の實踐とその課題:アカウントビリティのジレンマ』萌書房

袁航・朱承亮 (2018)「西部大開發推動産業結構轉型升級了嗎?——基于PSM-DID方法的檢驗」『中国軟科学』(06) pp.67-81

余建輝・李佳名・張文忠 (2018)「中国資源型城市識別与綜合類型划分」『地理學報』73(4)

- pp.677-687
- 張繼飛・蔣応剛 (2022) 「国内資源型城市轉型研究進展的文献計量分析」 [J/OL]. 『城市規劃』 pp.1-14
- 周宏浩・谷国鋒 (2020) 「資源型城市可持續發展政策的污染減排效應評估——基于PSM-DID自然實驗的証据」 『乾旱区資源と環境』 34(10) pp.50-57
- 朱迅 (2016) 「中国における資源立地型都市の經濟轉換政策の政策効果に関する研究—河南省を例として」 千葉大学 『人文科学研究』 32号 pp.77-100
- b. 政府政策・データ出所**
- 国务院 (2013) 「全国資源型都市持續可能發展計画 (2013-2020年)」
- 国家統計局都市社会經濟調查司 (2009) 『中国都市統計年鑑-2008』 中国統計出版社
- 国家統計局都市社会經濟調查司 (2010) 『中国都市統計年鑑-2009』 中国統計出版社
- 国家統計局都市社会經濟調查司 (2011) 『中国都市統計年鑑-2010』 中国統計出版社
- 国家統計局都市社会經濟調查司 (2012) 『中国都市統計年鑑-2011』 中国統計出版社
- 国家統計局都市社会經濟調查司 (2013) 『中国都市統計年鑑-2012』 中国統計出版社
- 国家統計局都市社会經濟調查司 (2014) 『中国都市統計年鑑-2013』 中国統計出版社
- 国家統計局都市社会經濟調查司 (2015) 『中国都市統計年鑑-2014』 中国統計出版社
- 国家統計局都市社会經濟調查司 (2016) 『中国都市統計年鑑-2015』 中国統計出版社
- 国家統計局都市社会經濟調查司 (2017) 『中国都市統計年鑑-2016』 中国統計出版社
- 国家統計局都市社会經濟調查司 (2018) 『中国都市統計年鑑-2017』 中国統計出版社
- 国家統計局都市社会經濟調查司 (2019) 『中国都市統計年鑑-2018』 中国統計出版社