

## 4.3 科学技術イノベーション政策効果の分析方法

池内健太\*

2019年4月22日

### リード文

政策効果の分析とはある政策がもたらす効果を明らかにすることである。本稿では、政策効果の目的と現在よくつかわれている一般的な分析方法を概観し、その有用性について議論する。また、研究開発補助金政策を例にとり、いくつかの政策効果の研究事例を紹介する。

### キーワード

政策効果、政策評価、研究開発補助金、差の差の分析、処置効果、マッチング、シミュレーション、事前評価、事後評価

### 本文

#### 1 政策効果分析の目的

政策効果の分析とはある政策がもたらす効果を明らかにすることである。類似した政策の効果を分析している先行研究を参考にすることも重要である。例えば、企業に対して研究開発に関する補助金を配分する政策の効果について考えてみよう。この場合、これらの政策の目的は企業の研究開発活動を活発にすることで、技術を発展させ、イノベーションを創出し、経済成長率を高めることである。このような政策の効果として第1義的に検証すべきは補助金の配分を受けた企業の研究開発投資が増大したかどうかである。また、研究開発投資の増大が技術開発に影響を与えることを鑑みれば、特許出願数などもアウトカム指標の候補となりうる。さらには、イノベーションへの影響をみるためには生産性上昇率や新製品・新サービスなどのプロダクト・イノベーションが増えているか、についても検証の余地がある。研究開発補助金が経済成長に与える影響を捉える上では、政策の波及効果にも目を向ける必要がある。

政策効果を精緻に捉えるためには、反事実の潜在的結果 (**counter-factual potential outcome**)

---

\* 経済産業研究所

の想定が必要である(伊藤公一朗, 2017; 中室牧子 and 津川友介, 2017)。先述の研究開発補助金政策の効果の例では、理想的には、補助金を受給した企業の補助金を受給した後の研究開発投資額をその企業が仮に補助金を受給しなかった場合の研究開発投資額と比較することで、補助金政策の研究開発投資額への効果を検証することが可能となる。しかしながら、実際には補助金を受給した企業の「補助金を受給しなかった場合の」研究開発投資額は観察できない。このような現実には起こっていないが、政策介入を実施しなければ起こり得た結果(反事実の潜在的結果)を想定し、それを現実と比較することが政策効果の検証の肝となる。

例えば、補助金を受給した A 社と補助金を受給しなかった B 社を単純に比較して、A 社の研究開発投資額が B 社の研究開発投資額より大きかったとしても、それ根拠として補助金が研究開発投資を増加させた効果が認められた判断することは危険である。なぜなら、補助金以外の要因の違い(例えば、A 社と B 社の研究開発能力や資金調達力の違い)によって、その差が生み出されている可能性がある。

他方、補助金を受給した A 社に関して、補助金受給の前後で研究開発投資額が増えていたとしても、それが補助金の効果であると結論付けることも危険である。なぜなら、補助金とは関係なく A 社は最初から研究開発投資額を増やすことを計画していたかもしれない。その場合、本来予定していた研究開発投資額の増額分を補助金でまかない、本来予定していた研究開発投資額の増額分を他の用途に支出した可能性や予定していた民間の金融機関からの資金調達を減少させた可能性があるからである(このような政府支出が民間の資金需要を減退させることは一般に「クラウドディング・アウト効果」と呼ばれる)。

次節以降では、このような課題に対して、限られたデータから政策効果を評価するための代表的な分析手法を紹介していく。

## 2 政策効果の事後評価と事前評価

政策効果の分析手法は事後評価と事前評価に分けてみるのが重要である。事後評価とは、ある政策が現実実施された後にその政策の効果を評価することである。一方、事前評価は、将来実施しようとする政策について、その政策の実施前に、その評価を行うことである。

事後評価の場合は、政策の実施前から政策評価に必要なデータを収集・保全しておくことが肝要である。ポイントは先述の「反事実の潜在的結果」を再現するのに十分なデータを揃えることである。例えば、実際に補助金を受給した企業のデータのみから「反事実の潜在的結果」を再現することは、ほとんど不可能である。そのため、補助金を受給していない企業のデータも比較対象として揃えておく必要がある。また、補助金を受給した後のデータだけを使って政策効果を検証することも困難である。したがって、政策介入を受けたグループとその比較対象のグループの双方について、政策介入の前後のデータを収集・保全しておくことが必要である。他方、どのようなデータを収集・保全する必要があるか。第 1 に、政策の評価指標とすべきデータが欠損していると政策評価の分析は不十分になってしまうため、政策の実施目的や先行研究を参考にしながら、十分な検討のもとに政策介入の実施前後の政策介入グループと比較対象グループの双方について評価指標のデー

タを揃える必要がある。

事後評価に関する分析方法は大きく分けて2つのアプローチがある。1つ目は、**処置効果 (treatment effects)** の推定である。過去の政策介入から評価指標への因果関係（影響）をデータを用いて統計的に推定しようとするアプローチであり、「誘導型分析」とも呼ばれる。

2つ目は、**モデルベースの反事実シミュレーション**を用いた分析である。政策介入が行われた現実をうまく再現する理論モデルを構築した上で、政策介入が行われなかった状況を前提として理論モデルを動かしてみ、その理論モデルの帰結が現実とどれだけ異なるかを確認することによって、実際に行われた政策の効果を評価する。具体的には、「成長会計分析」、「応用一般均衡 (CGE) モデル」、「構造推計 (Structural Estimation)」、「エージェント・ベース・モデル (ABM)」などのアプローチがある。

前者は精緻な理論モデルを前提にしなくても政策効果を検証できる利点がある一方、政策介入グループと比較対象グループ双方について豊富なデータを必要とするいわば、データ駆動型のアプローチであるのに対し、後者は理論モデルを前提にすることで、政策の直接効果のみならず、間接効果・波及効果も含めたより精緻な政策効果の検証を行おうとする点に特徴がある (**大橋弘 and 五十川大也, 2013**)。

他方、事前評価の場合、未だ実施されていない政策の効果を検証することが必要なため、事後評価の場合とは手続きが異なる。最もシンプルな方法は政策介入の対象者の中から無作為に一部の対象者を抽出し、試験的に政策介入を行ってみ、政策介入の前後の評価指標に関するデータを収集し、その効果を検証してみることである。この時、事後評価の場合と同様に、政策介入を行わなかったグループ（比較対照グループ）についてもデータを収集して、政策介入を実施したグループの評価指標を比較対象グループの評価指標と比較する。このような方法は「無作為化比較実験 (RCT: Randomized Controlled Trial)」と呼ばれる。

しかしながら、効果検証の対象となっている政策の種類によっては、RCTの実施が困難な場合もある。そのような場合には、前述の「モデルベースの反事実シミュレーション」の適用が有効な場合もある。また、政策効果の事前評価において、モデルベースの反事実シミュレーションの精度を高めるためには、アンケート調査なども組み合わせる用いることが有用である。

なお、これらの分析手法は政策効果の事後評価においては既に実施された政策を対象とし、事前評価においても政策オプションが分析者には与えられているものと仮定している。一方で、新たな政策オプションの作成においてはこれらとは異なる分析アプローチが必要である。以下では、これらの政策効果の分析手法について科学技術イノベーション政策に関連する具体的な例を挙げながら解説していくとともに、それぞれの分析手法を適用する際に必要となるデータや指標に関する留意点についても議論する。

### 3 処置効果の推定による政策効果の事後評価

政策効果の事後評価の処置効果の分析には、実際に政策が実施された「現実」の結果を政策が実施されなかった「反事実」の潜在的な結果と比較することが必要である。政策が実施された「現

実」の結果はデータを適切に収集すれば把握することができるが、「反事実」については現実には起こっていない状況での潜在的な結果であるため仮想的に作り出す必要がある。そのため、いかにしてもっともらしい反事実における結果を作り出すかが、事後評価を行う上での根幹となる。研究開発補助金の例で言えば、現実には補助金を受け取った企業に関して、全く同じ状況でその企業が補助金を受け取らなかった場合のその企業の業績を知ることができれば、それを補助金を受け取った後の現実の業績と比較してやれば、補助金を配分したことがその企業の業績に与えた効果（処置効果）を正確に知ることができる。

政策による処置効果を推定するために反事実を得るための代表的な方法の一つがマッチング法である。マッチング法のアイデアは政策的な介入を受けた対象者それぞれに対して、政策的な介入を受けていない比較対象グループの中から最も似ている者を割り当てることにより、マッチングされた比較対象者のデータを反事実として利用しようというものである。この時、政策的な介入を受ける前の時点でのデータに基づいて、類似性を定義づけることに注意が必要である。もし政策介入の後の時点のデータに基づいて類似性を定義づけてしまうと、政策介入を受けた対象者のデータは政策介入の影響を受けてしまっている可能性があり、適切に政策効果が分析できなくなる。政策介入を受ける前の時点でよく似た対象者を割り当てることによって、あたかも同一の対象者に対して政策介入した場合と政策介入しなかった場合での政策評価指標の差（つまり、政策効果）を推定しようとする。

例えば、研究開発補助金の例であれば、ある企業が補助金を受ける前の時点での研究開発投資額や企業業績、企業規模、設立時期、イノベーション活動への取り組みなど、政策評価指標として注目すべき企業業績や研究開発投資額に影響を与える様々な指標についてなるべく類似した比較対象企業を見つけ出し、その企業の補助金受給後の業績と比較対象企業の業績との差を取ることで、政策効果を推定できる。無論、統計学的に意味のある推論を行うためには、1社のみデータをを用いるのではなく、なるべく多くの企業のデータを用いることが望ましいため、実際にはそのように推定された1社ごとの比較対象企業との差の平均的な処置効果（Average Treatment Effects: ATE）に基づいて、政策効果の大きさの仮説検定や区間推定を行い、統計的な判定を行う必要がある。

マッチングの方法には代表的なものとして、傾向スコア・マッチング（Propensity Score Matching: PSM）やマハラノビス距離（Mahalanobis Distance: MD）に基づくマッチングがある。

平均的処置効果の推定による政策効果の事後評価の方法にはその他にも、政策介入グループと比較対照グループの双方に共通するトレンドの効果を取り除いて政策介入前後の両グループ間のパフォーマンスの差に注目する差の差（Difference in Difference: DID）の分析、政策的介入の基準が連続的なスコアのカットオフの基準によっている場合の評価指標のジャンプに注目する回帰不連続デザイン（regression discontinuity design : RDD）、政策介入の有無には影響を与えるが評価指標には直接影響を与えないような変数を用いて介入グループと対照グループを比較可能にする操作変数（Instrumental Variable: IV）法などがある。これらの手法の詳細は中室牧子 and 津川友介 (2017) や伊藤公一朗 (2017)、Wooldridge (2010)などを参照されたい。

例えば、研究開発補助金の政策効果を分析した研究では、PSMを用いたものは Czarnitzki and

Delanote (2015) や Hud and Hussinger (2015) などがあり、RDD を用いたものには Bronzini and Piselli (2016) などがあり、IV 法を用いたものは Clausen (2009) などがある。

## 4 反事実シミュレーションによる政策効果の事後評価・事前評価の例

「モデルベースの反事実シミュレーション」では、政策介入が行われた現実をうまく再現する理論モデルを構築した上で、政策介入が行われなかった状況を前提として理論モデルを動かしてみ、その理論モデルの帰結が現実とどれだけ異なるかを確認することによって、実際に行われた政策の効果の評価する。例えば、池内健太 et al. (2013) では成長会計の考え方を用いて過去 20 年の生産性上昇率の低下の要因分解を行うことにより、公的研究開発投資が経済成長に与えた効果を分析した。大橋弘 and 五十川大也 (2013) は企業の戦略的な行動と技術的な波及効果を明示的に取り入れた理論モデルに基づいて、イノベーション活動に関する費用に対する公的助成の効果を検証している。

また、反事実シミュレーションを用いることで、将来の政策効果を評価する分析も可能である。例えば、永田晃也 (1998); 永田晃也 et al. (2013) では、標準的なマクロ経済モデルに基づいて研究開発投資が将来の経済成長に及ぼす効果のシミュレータを開発している。黒田昌裕 et al. (2016) では、応用一般均衡モデルを用いて将来の公的な研究開発投資が経済成長に与える効果をシミュレーションする方法を提案している。外木暁幸 (2015) では、構造推定を用いた一般均衡動学モデルを用いて公的研究開発投資の増加が将来の経済成長に与える効果をシミュレーションしている。

## 5 無作為化比較実験による政策効果の事前評価

政策効果の事前評価においては、無作為化比較実験 (RCT) を実施することが理想的である。RCT では、政策介入の対象者の中から無作為に一部の対象者を抽出し、試験的に政策介入を行い、その効果を検証する。この時、政策介入を行うグループと比較対照グループを無作為 (ランダム) に分けることが重要なポイントである。例えば、政策介入グループに元々業績の良くない企業が偏っていたとすると、政策介入後の政策介入グループの業績が対照グループと比べて高いのは当然である。政策介入グループをランダムに選択することで、政策効果を厳密に推定することが可能となる。RCT の方法の詳細は中室牧子 and 津川友介 (2017) や伊藤公一朗 (2017)、Edovald and Firpo (2016) などを参照されたい。

近年、政策サイドにおいても RCT への注目は高まってきている (山名一史, 2017)。しかしながら、現在において科学技術イノベーション政策の実務において RCT は一般的には実施されていない (What Works Centre for Local Economic Growth, 2015)。1 つには政策実務において RCT を実施する際の手続きや合意形成が確立されていないことが大きな原因の一つであろう。RCT の普及のためには、RCT の有用性について合意形成をはかるとともに、一部の対象者に不利益が生じた際の保障制度などについても整備が必要であると思われる。

## References

- Bronzini, R. and Piselli, P. (2016). The impact of R&D subsidies on firm innovation. *Research Policy*, 45(2):442–457. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733315001614>.
- Clausen, T. H. (2009). Do subsidies have positive impacts on R&D and innovation activities at the firm level? *Structural change and economic dynamics*, 20(4):239–253. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0954349X09000617>.
- Czarnitzki, D. and Delanote, J. (2015). R&D policies for young smes: input and output effects. *Small Business Economics*, 45(3):465–485. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11187-015-9661-1>.
- Edoald, T. and Firpo, T. (2016). Running randomised controlled trials in innovation, entrepreneurship and growth: An introductory guide. Innovation growth lab, NESTA. <https://www.nesta.org.uk/toolkit/running-randomised-controlled-trials-in-innovation-entrepreneurship-and-growth/>.
- Hud, M. and Hussinger, K. (2015). The impact of R&D subsidies during the crisis. *Research Policy*, 44(10):1844–1855. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733315001006>.
- What Works Centre for Local Economic Growth (2015). Evidence review 9: Innovation: grants, loans and subsidies. [http://www.whatworksgrowth.org/public/files/Policy\\_Reviews/15-10-20-Innovation-Summary.pdf](http://www.whatworksgrowth.org/public/files/Policy_Reviews/15-10-20-Innovation-Summary.pdf).
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. The MIT Press. <http://fin.shufe.edu.cn/fe/Books%20%20Links/Wooldridge%20Econometric%20analysis.pdf>.
- 伊藤公一朗 (2017). データ分析の力 因果関係に迫る思考法. 光文社新書. <https://www.kobunsha.com/shelf/book/isbn/9784334039868>.
- 永田晃也 (1998). マクロモデルによる政府研究開発投資の経済効果の計測. DISCUSSION PAPER 5, 科学技術・学術政策研究所. <http://data.nistep.go.jp/dspace/handle/11035/422>.
- 永田晃也, 藤田健一, 坂下鈴鹿, and 鈴木真也 (2013). 政府研究開発投資の経済効果を計測するためのマクロ経済モデルの試行的改良. NISTEP NOTE (政策のための科学) 7, 科学技術・学術政策研究所. <http://data.nistep.go.jp/dspace/handle/11035/2468>.
- 外木暁幸 (2015). R&D 投資を導入した一般均衡動学モデルによる日本の経済成長分析. IIR Working Paper WP 15-22, 一橋大学イノベーション研究センター. <http://hermes-ir.lib.hit-u.ac.jp/rs/bitstream/10086/27729/1/070iirWP15-22.pdf>.
- 黒田昌裕, 池内健太, and 原泰史 (2016). 科学技術イノベーション政策における政策オプションの作成-政策シミュレーターの構築- (モデル構築編). SciREX ワーキングペーパー 1, 政策研究大

学院大学. <http://doi.org/10.24545/00001570>.

山名一史 (2017). 「エビデンスに基づく政策形成」とは何か. ファイナンス (シリーズ日本経済を考える) 68, 財務総合政策研究所. [https://www.mof.go.jp/pri/research/special\\_report/f01\\_2017\\_08.pdf](https://www.mof.go.jp/pri/research/special_report/f01_2017_08.pdf).

大橋弘 and 五十川大也 (2013). イノベーション活動と政策効果分析: 動学性を踏まえた構造推定 (特集企業ダイナミクスとマクロ経済). フィナンシャル・レビュー, 2013(1):26–54. <https://ci.nii.ac.jp/naid/40019583817/>.

池内健太, 元橋一之, 田村龍一, 塚田尚稔, et al. (2017). 科学・技術・産業データの接続と産業の科学集約度の測定. DISCUSSION PAPER 142, 科学技術・学術政策研究所. <http://hdl.handle.net/11035/3161>.

池内健太, 深尾京司, Belderbos, 権赫旭, and 金榮慇 (2013). 工場立地と民間・公的 R&D スピルオーバー効果: 技術的・地理的・関係的近接性を通じたスピルオーバーの生産性効果の分析. DISCUSSION PAPER 093, 科学技術・学術政策研究所. <http://hdl.handle.net/11035/1198>.

中室牧子 and 津川友介 (2017). 「原因と結果」の経済学: データから真実を見抜く思考法. ダイヤモンド社. <https://www.diamond.co.jp/book/9784478039472.html>.

## 関連データ・ソース

- 

## 関連する拠点授業科目、関連する研究プロジェクトの情報

-