

## 학부생을 위한 사회과학 Research Grant 연구계획서

연구제목	(국문) 공공기관 이전이 지방의 인구 유출과 유입에 미치는 영향: 공간적 인과 추론 방법의 적용
	(영문) Assessing the Population Effects of Public Institution Relocation through Spatial Causal Inference

### 1. 연구의 필요성

#### ※ 연구 수행의 중요도에 대하여 기술

수도권 집중과 지방 인구 감소는 한국 사회의 지속가능성을 위협하는 중대한 문제다. 본 연구는 이를 해결하기 위한 정책 수단으로 시행되어 온 공공기관 지방 이전과 혁신도시 건설이 실제로 인구 이동에 영향을 미쳤는지를 실증적으로 검증하고자 한다. 구체적으로, 혁신도시 건설을 특정 지역에만 적용된 공간적 처치(spatial treatment)로 정의하고, 이 정책이 지방의 인구 유출을 억제하거나 인구 유입을 촉진하는 데 인과적 효과를 가져왔는지 분석한다. 이를 통해 공공기관 이전 정책의 근본 목표를 평가하고, 향후 국가 균형 발전을 위한 정책 방향을 설계하는 데 중요한 근거를 제공하고자 한다.

혹자는 공공기관의 지방 이전이 시행된 지 10여년이 지난 지금, 지방의 인구 감소는 여전히 나타나고 있는 것이 명백하므로 해당 정책은 실패라고 진단을 내린다. 그러나 그러한 분석은 단순 상관관계에 의거한 분석이거나 일부 경험적 사례에 대한 관찰인 경우가 적지 않다. 실제 정책 효과를 정확히 확인하기 위해서는 ‘혁신도시 건설이 진행되지 않았을 때’의 반사실적 결과에 대한 추론을 바탕으로 ‘해당 지역’의 인과적 정책 효과를 실증적으로 파악하고자 하는 노력이 요구된다. 물론 실험실 환경이 아닌 사회과학적 관찰 연구에서 인과성을 논하는 것에는 항상 주의가 필요하지만, 본 연구는 최근 발전한 인과 추론(causal inference) 기법을 엄밀하게 적용함으로써 기존에 진행되던 공공기관 이전 정책의 성패에 대한 논의를 한 단계 더 발전시키고자 한다.

한편, 본 연구에서 사용되는 행정구역 기반 인구 이동 데이터는 공간 데이터라는 특수성이 있다. 이는 기존 인과 추론 모델이 전제하는 가정(일치성, 상호 무간섭 등)이 쉽게 위배됨을 의미한다. (Reich et al., 2021) 즉, 단순 인과 추론 기법의 적용이 아닌 ‘공간성’과 ‘인과성’을 동시에 고려할 수 있는 새로운 접근이 필요한 것이다. 방법론적 연구에 비해 ‘공간적 인과성(spatial causality)’을 실제 사례에서 식별하는 연구는 아직 활발하게 진행되지 않았는데, 지리학적인 연구 질문을 던지고 그 과정에 관여되는 공간적 프로세스의 특성을 고려해야 한다는 점에서 해당 연구를 지리학의 영역에서 발전시켜 나갈 필요가 있다. 따라서 본 연구는 구체적인 연구 질문에 답하는 동시에 진정으로 ‘지리학적’인 인과 추론을 정초하는 데 기여하게 될 것이라는 점에서도 의의를 지닌다고 볼 수 있다.

## 2. 연구 목표

※ 기존 연구와의 차별성을 부각하여 연구 목표를 구체적으로 기술

혁신도시의 인구 효과에 관한 기존 연구는 혁신도시가 위치한 지자체의 인구학적 특성에 기반한 추계 모형 혹은 회귀 모형을 이용한 경우가 많다. (김석현, 2022; 임예진·조영태, 2022) 그러나 이러한 접근은 인과적 식별의 어려움, 공간적 교란변수 미고려, 파급효과(spatial spillover effect) 누락 등 한계를 지닌다.

본 연구는 공간적 인과 추론 기법을 적용하여 혁신도시 건설 및 인구 이동이라는 공간적 과정에서의 인과성, 즉 정책 효과를 보다 직접적으로 정량화하고자 한다는 점에서 차별성을 갖는다. 특히 공간적 교란변수(spatial confounder)와 공간적 파급효과(spatial spillover effect)에 대한 고려가 반영된 모델을 이용하여 공공기관 이전이 실제로 인구 이동에 미친 인과적 효과를 규명한다는 점에서 기존 연구를 보완한다.

연구 질문은 다음과 같다.

1. 공공기관 이전이 수도권/지방에서 전입 지역으로의 인구 유입에 기여하였는가?
2. 공공기관 이전이 전입 지역의 인구 유출을 억제하였는가?

구체적으로, 본 연구는 공공기관 이전을 처리로 정의하고, 결과 변수는 1) 지방의 인구 유입에 대한 효과 2) 지방의 인구 유출에 대한 효과 두 가지로 설정한다. 예상되는 주요 교란변수로는 부동산 가격, 일자리 창출 규모, 교통 접근성, 교육·주거 인프라 등이 있으며, 이를 통제한 상태에서 잠재적 결과 프레임워크(potential outcome framework)에 기초하여 분석을 수행한다. 반사실적 결과를 관찰 연구에서는 직접적으로 확인할 수 없으므로<sup>1)</sup> 여러 가정하에서 처리가 없는 반사실적 결과(counterfactual outcome)와 실제 결과를 비교한 평균처리효과(average treatment effect)와 같은 ‘인과 통계량’(causal estimand)을 도출한다. 또한 인과 통계량을 연령별로 세분화하여 경제활동인구, 인구 이동 유효도 지수(MEI)(이상일 외, 2024) 등 인구학적 프로파일에 대한 분석으로 확장할 수 있도록 돋고자 한다.

## 3. 연구내용 및 방법

※ 문헌 연구, 실험 설계, 현지조사, 데이터 수집 및 처리 방안 등 연구의 세부방법과 내용을 기술

### 1) 문헌 연구

다음의 문헌을 바탕으로 (공간적) 인과 추론 방법론에 대한 조사 후 적절한 방법론을 채택한다. 공간적 인과 추론 방법론에 대한 문헌으로는 Akbari et al.(2023), Reich et al.(2021)이 있고, 잠재적 결과 프레임워크 하의 비공간적 인과 추론 방법론에 관한 문헌으로는 Imbens & Rubin(2015), Rosenbaum(2025)이 있다.

1) 이를 ‘인과 추론의 근본 문제’(fundamental problem of causal inference)라고 한다. (Holland, 1986)

## 2) 실험 설계

현재로서는 공간적 통제집단합성법(Synthetic Control, SC) 방법이 가장 적절한 방법론으로 고려되고 있다. SC는 처치가 이루어진 개체의 통제된 잠재 결과를 알 수 없으므로 처치 이전 시기의 특성이 비슷하도록 처치와 무관한 통제군을 합성하여 가상의 통제군을 구성하는 방법이다. (Abadie, 2021) 이를 공간적으로 확장한 구체적인 방법은 공간수직회귀(Spatial Vertical Regression)를 제시한 Grossi et al.(2025b)을 참고한다. 세부 절차는 다음과 같다.

- 처치군과 통제군 설정: 혁신도시가 위치한 행정구역<sup>2)</sup> 및 그로 인한 파급효과가 기대되는  $n$  단계의 인접 지역<sup>3)</sup>을 처치군으로, 혁신도시가 없고 처치군에서 충분히 떨어진 지역을 통제군으로 설정한다. 이는 처치군 내에서만 상호 간섭이 존재하는 부분 간섭(partial interference) 상황을 모델링하기 위함이다. 해당 가정은 혁신도시가 인근 권역에도 영향을 미칠 것이라는 예측과 상응한다.
- 합성 통제군의 구성: 사전기간의 결과변수 및 공변량을 이용해 최적해(가중 계수)를 도출한다. 일반적인 SC 방법과 동일하지만, 인접한 처치군 간에는 공간 구조가 반영되어 계수가 유사할 것이라는 믿음을 반영하기 위하여 공간적 자기상관의 정도를 가우시안 프로세스의 사전분포로 부여한 뒤 베이지안 회귀로 가중 계수를 추정한다는 차이점이 있다.
- 인과 효과 통계량: 트렌드 및 계절성에 해당하는 성분을 통제군의 평균으로 계산하여 제거한 뒤, 혁신도시가 위치한 행정구역에 미치는 영향을 직접 효과, 그를 둘러싼 인접 행정구역에 미치는 영향을 확산 효과로 구분하여 도출한다. (Grossi et al., 2025a)

## 3) 데이터 수집

데이터의 공간 범위 및 해상도는 대한민국 228개 시군구이며, 시간 범위 및 해상도는 2005년 이후 월 단위로 한다. 다만 처치 이전 기간의 길이는 차후 조정될 수 있다. 현재 계획 중인 결과변수와 공변량 목록은 아래 표와 같다.

종류	변수명	통계자료명	수집 기간	수집 기관
결과 변수	수도권에서의 인구 유입	국내인구이동통계	2001년~	통계청
	주변 지역(예: 경상권)에서의 인구 유입			
	인구 유출			
공변량	매매가격지수	전국주택가격동향조사	2003년~	한국부동산원
	고용률	경제활동인구조사	1996년~	통계청
	(예시) 교통 접근성 지수	교통접근성지표	*2017년~	한국교통연구원
	(예시) 인구 1000명 당 어린이집 수	보육통계	*2009년~	교육부
	평균 종합 소득 신고액	국세통계	2001년~	국세청

공변량으로는 부동산 가격, 고용 관련 변수, 교통 접근성, 교육 인프라, 지역 소득 수준 등을 우선 설정하였으나, 추가적인 문헌 검토가 필요한 부분이다. 또한 데이터 구득 가능 여부 등을 고려하여 추가 혹은 수정될 수 있다.

2) 현재는 대구/경북의 혁신도시로 한정하여 분석할 계획이나 변동될 수 있음.

3) 인접 지역의 설정은 분석할 공간 단위의 측정 스케일에 따라 달라질 수 있음. 예를 들어 다소 조립질의(granular) '시군구' 수준으로 분석을 진행할 경우 인접 지역에 대한 효과를 파악하는 것에 한계가 있을 수 있으며, '인접 지역'의 정의 역시 단순 거리 메트릭이 아닌 접근성 등을 고려하여 조정되어야 할 필요가 있음.

## 4. 기대효과 및 활용

### ※ 본인의 향후 학업 계획과 관련하여 간략히 기술

학업 계획과 관련하여, 본 연구를 학부 졸업논문의 주제로 활용하고자 한다. 이를 위해 4년간 통계학/지리학을 복수전공하며 수업에서 배운 내용을 종합하면서 ‘지역’이라는 개인적 관심 분야를 반영할 수 있는 주제를 선정하게 되었다. 또한 향후 대학원 지원 시 본 논문의 일부를 Writing Sample로 활용할 수 있기를 희망한다.

## 5. 연구비 사용

항 목		예산액	항목별 비중(%)	산출내역
연구재료비	1. 시약·재료 구입비 및 전산 처리·관리비			
연구활동비	1. 연구원의 국외 출장여비 (일비 제외) 2. 과제와 직접 관련 있는 인쇄·복사·인화·슬라이드 제작비, 공공요금, 제세공과금 및 수수료, 연구과제 수행과 관련된 공고료 등 3. 전문가 활용비, 국내외 교육훈련비, 도서 등 문헌구입비, 회의장 사용료, 원고료, 통역료, 번역료, 속기료 및 구독료, 기술도입비 등	80만원	53	도서구입비 (인과 추론 관련 영문 서적 구입 등)
		40만원	27	데이터구입비 (kt데이터마켓, 마이크로데이터 센터 등 유료 데이터 구입 비용)
연구과제 추진비	1. 연구원의 국내 출장여비 및 시내교통비** 2. 사무용품비	30만원	20	국내 출장여비 (대구/경북 혁신도시 답사)
	합 계	150만원		

## 6. 참고문헌

Abadie, A. (2021). Using synthetic controls: Feasibility, data requirements, and methodological aspects. *Journal of Economic Literature*, 59(2), 391-425.  
<https://doi.org/10.1257/jel.20191450>

Akbari, K., Winter, S., & Tomko, M. (2023). Spatial causality: A systematic review on spatial causal inference. *Geographical Analysis*, 55(1), 56-89.  
<https://doi.org/10.1111/gean.12312>

Grossi, G., Mariani, M., Mattei, A., Lattarulo, P., & Öner, Ö. (2025). Direct and spillover effects of a new tramway line on the commercial vitality of peripheral

streets: A synthetic-control approach. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A*, 188(1), 223–240. <https://doi.org/10.1093/jrsssa/qnae032>

Grossi, G., Mattei, A., & Papadogeorgou, G. (2025). Spatial vertical regression for spatial panel data: Evaluating the effect of the Florentine tramway's first line on commercial vitality. *arXiv preprint arXiv:2505.00450*.

Holland, P. W. (1986). Statistics and causal inference. *Journal of the American Statistical Association*, 81(396), 945–960. <https://doi.org/10.2307/2289064>

Imbens, G. W., & Rubin, D. B. (2015). *Causal inference for statistics, social, and biomedical sciences: An introduction*. Cambridge University Press.

Rosenbaum, P. R. (2025). *An Introduction to the Theory of Observational Studies*. Springer.

김석현 (2022). 국가균형발전 정책변동에 관한 연구: 대전·충남 혁신도시 지정사례를 중심으로. *지방행정연구*, 36(3), 25–56. <https://doi.org/10.22783/krila.2022.36.3.25>

임예진, 조영태 (2022). 혁신도시의 인구 효과 분석: 나주 혁신도시를 중심으로. *한국인구학*, 45(2), 1–21.

이상일, 이소영, 김세창 (2024). 우리나라의 연령-특수적 인구이동 편향성에 대한 다중스케일 분석. *대한지리학회지*, 59(5), 656–672. <https://doi.org/10.22776/kgs.2024.59.5.656>