

중소 기계 산업 스마트공장 구축의 고용 효과

시장경제연구회

방형준 (한국노동연구원)

September 19, 2019

자동화, 디지털화와 고용

- 로봇 도입 및 자동화는 고용을 감소시킨다
 - Acemoglu and Restrepo (2017): 로봇 1단위(노동자 당 로봇) 증가는 고용율 0.3% 정도, 임금 0.5-0.7% 감소를 초래
 - Autor and Salomons (2018): 자동화 및 로봇 사용에 따른 생산성 증대는 고용량과 노동시간을 줄이지만 시간당 임금과 소득은 증가
- 로봇 도입 및 자동화는 고용을 줄이지 않는다.
 - Dauth et al. (2018): 개인별 고용자-피고용자 매칭 자료를 통한 분석에서 로봇 사용은 총고용에 영향이 없었으며, 제조업에서의 고용 감소가 서비스업 고용 증대로 상쇄
 - 이규엽 외 (2017): 디지털화에 따른 상거래 시장에서의 고용 감소는 관찰되지 않았음

스마트공장 도입은 필수인가?

- 스마트공장 도입의 고용 효과가 불확실하다면 왜 도입해야 하는가?
 - Graetz and Michaels (2015)
 - 로봇 집약도가 높아질수록 생산성/부가가치 증가
 - 로봇 사용에 변화가 없었다고 가정할 시, 생산성과 부가가치는 약 5%, 연간 성장률은 약 0.37%p 낮았을 것으로 추정
 - 로봇집약도 상승은 TFP와 평균 임금을 증가시키지만 노동소득분배율은 일정하게 유지
- 제조업에서의 국제경쟁력 고려시 도입은 필수적
- 스마트공장에서 고용 감소가 발생하는지, 고용 측면에서 어떠한 문제가 예상되는지 보다 면밀한 분석이 필요

기계 산업의 특징

- 다품종 소량생산
 - 일반적으로 소품종 대량생산을 위한 기계 및 설비를 생산하는 산업 특성상 다품종을 소량생산하게 됨
 - 따라서 많은 공정을 기계를 이용하여 자동화하는 것보다 인력에 의존하는 것이 합리적인 생산 방식임
 - 이로 인해 대부분의 기계 산업은 노동 집약적인 특성을 가지게 됨
- 하지만 데이터 축적 및 관리에 있어서는 CAD/CAM의 도입 및 IT 기술과의 접목을 통하여 최근에 빠르게 디지털화가 진행되고 있음

스마트공장 구축 지원 사업 개요

- 민관합동 스마트공장 추진단에서 보급 사업을 관리
 - 중소, 중견 제조업체에 최대 5천만원 한도로 사업비의 50% 지원
 - MES(현장 운전 정보), ERP(전사적 자원 관리), SCM(공급 사슬 관리), PLM(제품 개발 지원), FEMS(공장 에너지 관리), IoT(사물 인터넷) 중 최소 1개 이상 선택
 - 각 분야별로 기초, 중간 1, 중간 2, 고도화 중 단계를 선택
 - 스마트공장 추진단에서 제공하는 공급기업 중 공모를 통해 1개 업체를 선정
 - 표준화된 시스템을 기업별 수요에 따라 맞춤형으로 개량
 - 마지막 단계에서는 스마트공장 시스템 운용을 위한 직원 교육 등의 훈련 프로그램이 진행

연도별 분야별 스마트공장 도입 현황

분야/연도	2014	2015	2016	2017	계
ERP	11	14	42	55	122
ERP/MES	0	0	1	0	1
ERP/SCM/MES	0	0	1	0	1
FEMS	0	0	1	0	1
MES	32	85	117	212	446
MES/ERP	0	0	2	2	4
MES/PLM	0	2	1	0	3
MES/SCM	0	1	0	1	2
MES/로봇 및 IoT	0	2	0	0	2
PLM	4	17	23	32	76
SCM	0	1	2	2	5
로봇 및 IoT	0	21	30	15	66
계	47	143	220	319	729

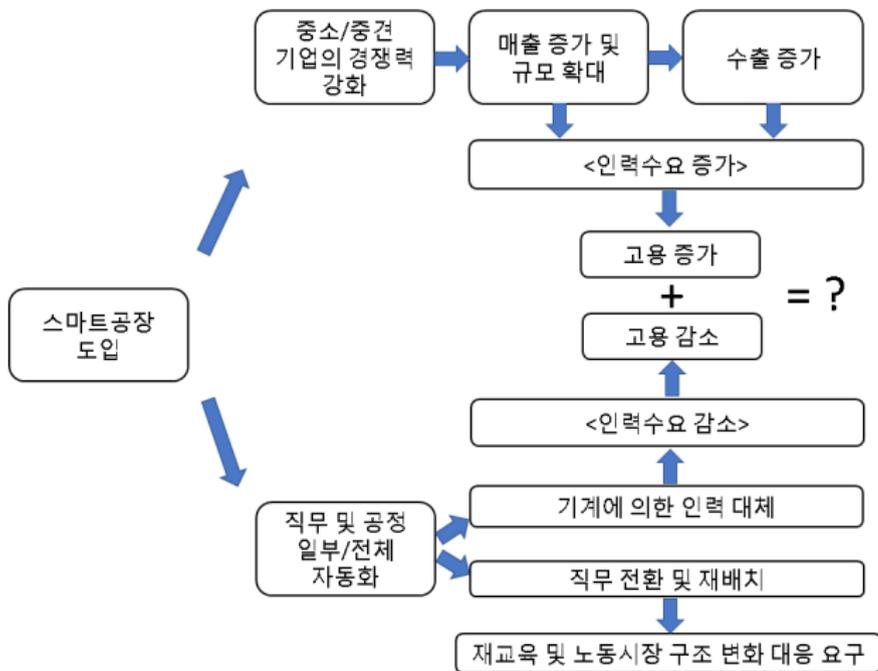
연도별 지역별 스마트공장 도입 현황

	2014	2015	2016	2017	계		2014	2015	2016	2017	계
강원	1	0	0	0	1	서울	1	1	5	9	16
경기	19	32	76	102	229	세종	0	1	0	0	1
경남	5	13	28	38	84	울산	0	3	7	9	19
경북	4	33	15	39	91	인천	2	7	23	25	57
광주	2	17	8	20	47	전남	0	0	4	3	7
대구	1	12	13	26	52	전북	2	2	5	1	10
대전	4	1	7	6	18	충남	0	7	6	17	30
부산	5	8	19	17	49	충북	1	6	4	7	18
계	47	143	220	319	729	계	47	143	220	319	729

분야별 수준별 스마트공장 도입 현황

분야/수준	기초	중간1	중간2	미기재	계
ERP	110	12	0	0	122
ERP/MES	1	0	0	0	1
ERP/SCM/MES	0	1	0	0	1
FEMS	1	0	0	0	1
MES	366	72	6	2	446
MES/ERP	3	1	0	0	4
MES/PLM	1	2	0	0	3
MES/SCM	1	1	0	0	2
MES/로봇 및 IoT	1	1	0	0	2
PLM	63	11	1	1	76
SCM	4	1	0	0	5
로봇 및 IoT	47	19	0	0	66
계	598	121	7	3	729

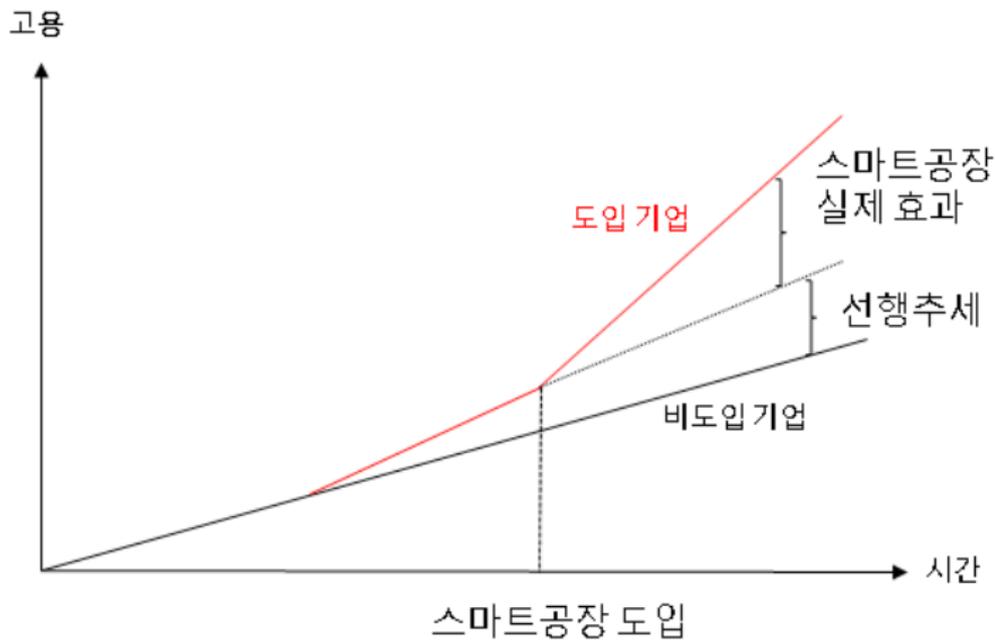
스마트공장 도입의 고용 효과



스마트공장 구축지원 사업 참여/미참여 기업 비교

		2014	2015	2016	2017
개소	비참여	83,813	89,970	95,755	101,476
	참여	47	136	211	294
고용 (명)	비참여	6.13	5.87	5.64	5.26
	참여	46.89	98.84	89.22	83.16
매출 (백억 원)	비참여	0.29	0.27	0.27	0.43
	참여	1.26	1.80	2.07	2.33
영업이익 (억 원)	비참여	2.02	2.00	2.01	3.24
	참여	7.54	11.29	12.54	15.77
연구개발비 (천만 원)	비참여	5.32	5.18	5.60	8.59
	참여	35.94	41.91	50.04	54.77
고정자산 (십억 원)	비참여	1.64	1.64	1.68	2.41
	참여	9.39	10.90	12.50	13.60

선행추세 통제 이유



분석 방법

- 조건부 독립(conditional independence) 가정
 - 설명변수를 통제된 상황에서 스마트공장을 도입한 기업과 그렇지 않은 기업의 고용 변화가 동일하다면, 다시 말해서 조건부 독립 가정이 성립하면, 다중선형회귀분석(multiple linear regression analysis)이나 PSM 으로 분석 가능
 - $Y^{obs} = Y(W) = \begin{cases} Y(0) & \text{if } W = 0 \\ Y(1) & \text{if } W = 1 \end{cases}$
 - Y^{obs} 은 중소/중견 기업의 고용량, W 는 treatment를 받았는지 여부를 표시하는 dummy variable
 - 따라서 W 는 스마트공장 구축지원 사업 참여 여부로, 참여 기업은 1, 미참여 기업은 0
 - 고용의 지속적인 증가가 스마트공장 도입의 한 원인이라면, 스마트공장 도입 기업은 도입 이전부터 이미 미도입 기업에 비해 더 빨리 고용이 증가했을 것이며, 이 경우 조건부 독립은 성립치 않음
 - 조건부 독립이 성립하지 않는다면 이미 제시된 다중회귀분석 및 성향점수매칭법은 편의(bias)가 존재

분석 방법

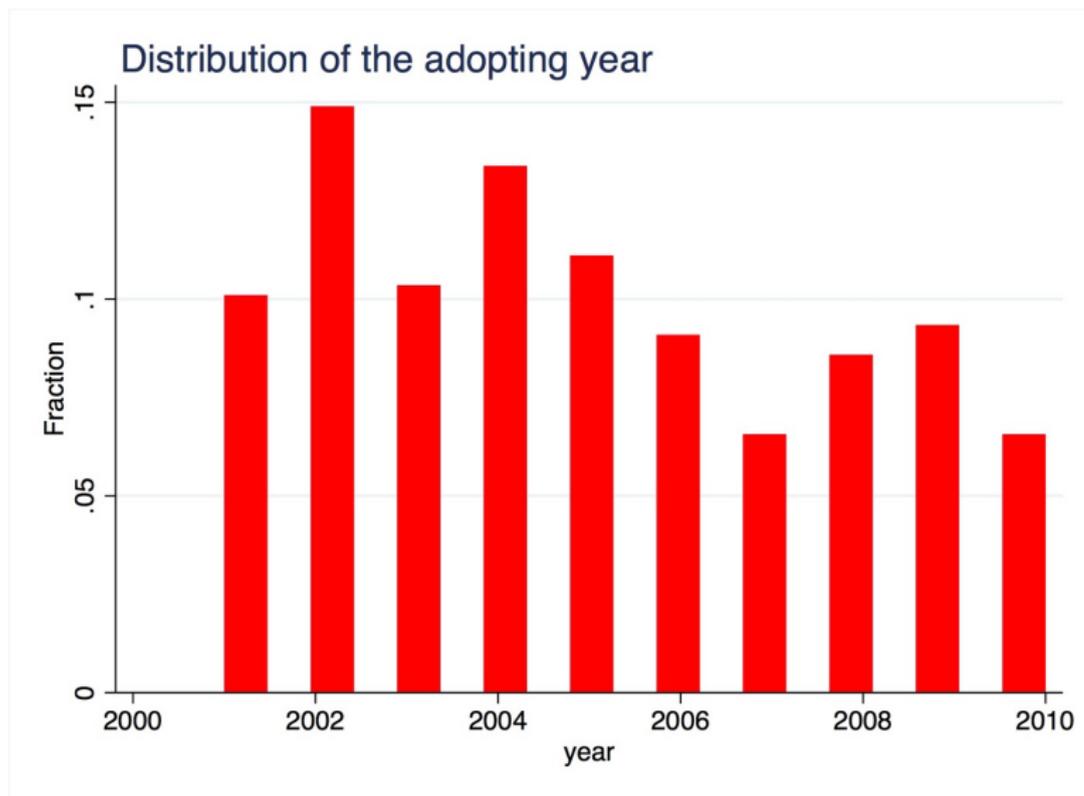
- 사건연구 모형(event study model)을 통한 이중차분법
 - 스마트공장 도입 이전의 고용추세를 분석하기 위해 다음과 같은 사건 연구 모형(event study model)을 사용
 - $y_{i,t} = \alpha + \mu_i + t_t + \sum_{k=-3}^{k=3} \gamma_k \times D_{i,t,k} + \zeta \times Post_{i,t} + X_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$
 - $y_{i,t}$ 는 기업 i 의 t 연도에서의 고용량
 - μ_i : 기업 고정 효과, t_t : 연도 고정 효과, $X_{i,t}$: 산업, 지역 등 기업 특성
 - $Post_{i,t}$: 기업 i 가 t 연도에 스마트공장 구축지원 사업에 이미 참여하였다면 1, 아니면 0
 - $D_{i,t,k}$ 는 기업 i 가 스마트공장 구축지원 사업 참여 t 년 전이면 1, 그렇지 않으면 0
 - 사업 미참여 기업의 경우 $Post_{i,t}$ 와 $D_{i,t,k}$ 는 계속 0
 - 사업 참여 기업에서 사업 참여 이전부터 고용량에서 양의 선행 추세(pre-trend)가 존재한다면 γ 는 양의 값을 가질 것임
 - ζ 는 스마트공장 도입의 고용 효과를 나타내는 계수
 - 기업 단위로 clustering하여 standard errors 계산

몬테 카를로 시뮬레이션

- 설계

- 분석을 실시하기에 앞서, pre-trend가 있을 경우 발생 가능한 편의를 살펴보기 위해 몬테 카를로 시뮬레이션을 수행
- 1997년부터 2010년까지 1000개의 기업이 존재한다고 가정하고 후 balanced panel을 생성
- 2000년부터 매년 확률적으로 5% 이하의 기업이 스마트공장 구축지원 사업에 참여하도록 설정
- 실제 사업과 동일하게 중복 참여가 가능케 하였음
- 한 번이라도 스마트공장 구축지원 사업에 참여한 기업은 잔여 기간 동안 계속해서 스마트공장 도입 기업으로 분류
- 상술한 설정을 통해 최종적으로 1000개 중 39.6%가 참여한 것으로 나타남

몬테 카를로 시뮬레이션



몬테 카를로 시뮬레이션

● 시뮬레이션 시나리오

- 시나리오 1: 스마트공장 도입이 고용에 미치는 영향은 없지만 (처치효과 0) 스마트공장 도입에 심한 내생성이 존재하는 경우 (스마트공장 도입 기업에 도입 전부터 고용 증가 추세가 존재)
- 시나리오 2: 처치 효과는 0이지만 스마트공장 도입 이전에 내생성이 심하지 않게 존재하는 경우
- 스마트공장 도입에 따른 양의 처치 효과가 있으며, 내생성 역시 심하지 않게 존재하는 경우

● 내생성 설정

- 스마트공장 도입 기업들에서 도입 3년 전부터 고용이 증가 추세에 있는 것으로 설정
- 내생적인 pre-trend는 비선형이라 가정
- 스마트공장 도입 이전의 추세가 선형이 아닌 경우에 대해서도 bias없이 처치효과를 추정할 수 있는지 알아보기 위한 설정
- 스마트공장 도입 효과가 없음에도 내생성이 있는 경우, 모형에서 발생할 수 있는 bias를 확인하기 위한 설정

몬테 카를로 시뮬레이션

- 시나리오 1 - 0의 처치효과, 강한 내생성

독립변수	(1)	(2)	(3)	(4)
처치효과	2.635***	2.095***	0.692***	0.370***
	(0.055)	(0.077)	(0.115)	(0.139)
관측치	14,000	14,000	14,000	14,000
고정효과	N	Y	Y	Y
선형추세	N	N	Y	Y
제곱항 추세	N	N	N	Y

- 처치효과가 0임에도 불구하고 네 경우 모두 스마트공장 도입이 고용을 증가시키는 것으로 나타남
- 다항회귀분석과 고정효과모형에서 편의가 더 크게 나타남
- 선형과 제곱항 추세를 추가하면 편의는 크게 감소하나, 여전히 pre-trend를 완벽히 통제하지는 못함
- 이는 선형추세가 비선형이라 가정했기 때문도 일부 있음

몬테 카를로 시뮬레이션

- 시나리오 2 - 0의 처치효과, 약한 내생성

독립변수	(1)	(2)	(3)	(4)
처치효과	0.608***	0.555***	0.310***	0.195
	(0.054)	(0.076)	(0.115)	(0.139)
관측치	14,000	14,000	4,000	14,000
고정효과	N	Y	Y	Y
선형추세	N	N	Y	Y
제곱항 추세	N	N	N	Y

- 내생성이 강하지 않은 경우에도 다항회귀분석과 고정효과 모형에서는 추정치에 상향편의가 존재
- 기업별 선형 추세를 고려한 경우 편의가 약 반 정도로 줄어들었으나 여전히 존재함
- 제곱항 추세를 추가적으로 통제한 경우, 처치효과를 정확하게 추정

몬테 카를로 시뮬레이션

- 시나리오 3 - 0.5의 처치효과, 약한 내생성

독립변수	(1)	(2)	(3)	(4)
처치효과	1.098***	1.045***	0.800***	0.685***
	(0.054)	(0.076)	(0.115)	(0.139)
관측치	14,000	14,000	14,000	14,000
고정효과	N	Y	Y	Y
선형추세	N	N	Y	Y
제곱항 추세	N	N	N	Y

- 다항선형회귀분석, 고정효과모형, 그리고 선형 추세만을 고려한 경우에는 추정값에 편의가 존재
- (1) - (3) 모두 추정값이 0.5와 통계적으로 차이가 있음
- 제곱항 추세까지 포함한 경우 스마트공장 구축의 효과를 상당히 정확하게 추정하였음
- 추정치 0.685는 통계적으로 0.5와 다르지 않았음

데이터

- 고용보험 데이터
 - 고용보험 DB의 사업장 정보 자료를 사용
 - 스마트공장 구축지원 사업 비참여 기업들의 산업분류코드와 전 기업체의 지역 및 규모 코드
 - 사업 참여 기업 및 비참여 기업들의 연도별 고용량
 - 2008년 이후의 자료들만 이용
- 민관합동 스마트공장 추진단 제공 자료
 - 스마트공장 구축지원 사업에 참여한 기계 산업 분야 기업의 목록
 - 기계 산업은 제10차 표준산업분류 기준 중분류상 '291 일반 목적용 기계 제조업' 및 '292 특수 목적용 기계 제조업'으로 정의
 - 지원사업 대상 기업은 중복 지원 포함 총 729개소
 - 개별 참여 기업들의 사업 참여 연도, 종류, 수준, 중복 참여 여부 및 횟수

데이터

- 스마트공장 구축지원 사업 참여 기업과 스마트공장 구축과의 관계
 - 만일 스마트공장 구축지원 사업에 참여하지 않은 기업들 일부가 자체적으로 스마트공장을 도입하였다면?
 - 이 경우, 스마트공장 도입의 효과가 비도입 기업에도 나타날 수 있으므로 본 분석은 단순한 사업 평가에 불과하며 스마트공장의 효과를 추정하는 것은 불가능
 - 본 분석이 스마트공장 도입에 따른 고용 효과를 분석할 수 있으려면 사업 미참여 기업들 중 자체적으로 스마트공장을 구축했거나 도입한 기업의 비율이 매우 낮게 나와야 함
 - 그렇지 않은 경우 본 연구의 결과는 스마트공장 구축지원 사업 참여 여부를 결정하는 특성에서 기인하는 고용 효과가 될 수 있음

설문조사

- 조사 기간은 2018년 8월 20일에서 9월 20일
 - 이메일과 팩스 등을 이용하여 구조화된 설문지를 배포하고 회수
 - 스마트공장 미구축 기업 표본은 스마트공장 구축기업들과 동일한 지역별 산업별 분포에 맞춰 임의추출한 약 세 배수의 2000개 기업을 대상으로 진행
 - 2018년 6월 기준 스마트공장 구축 기업 리스트에 수록된 694개소 중 기업 중 114개소가 응답
 - 스마트공장 구축지원 사업 미참여 기업 2000개소 중 650개소가 응답
 - 결번, 휴/폐업 등의 사례를 제외하면 응답률은 약 31.3%

설문조사

- 스마트공장 구축지원 사업 참여 기업과 스마트공장 구축과의 관계
 - 만일 스마트공장 구축지원 사업에 참여하지 않은 기업들 일부가 자체적으로 스마트공장을 도입하였다면?
 - 설문조사 서두에서 사업 참여 여부는 묻지 않고, 스마트공장을 구축했는지 여부를 물어보았음
 - 사업 참여 기업 중 94.7%는 스마트공장을 도입하였다고 응답, 5.3%는 미도입으로 응답
 - 미참여 기업은 전체가 스마트공장을 구축하지 않았다고 응답
 - 구축사업 참여 중인 기업을 등을 고려하면 사업 참여 여부가 스마트공장 도입 여부와 일치
 - 중소/중견 기업의 경우 스마트공장 구축에 소요되는 비용이 크기 때문에 지원금 없이 자체적으로 도입하는 것이 사실상 불가능하기 때문

설문조사

수출액 비중	빈도 (%)	
	미참여 기업	참 기업
수출 없음	472 (72.62)	45 (39.47)
20% 미만	92 (14.15)	33 (28.95)
20-40% 미만	38 (5.85)	15 (13.16)
40-60% 미만	11 (1.69)	9 (7.89)
60-80% 미만	17 (2.62)	7 (6.14)
80% 이상	20 (3.08)	5 (4.39)
전체	650 (100)	114 (100)

고용 변화	미참여 기업	참여 기업
감소	96 (14.8)	13 (11.4)
변화 없음	468 (72.0)	83 (72.8)
증가	86 (13.2)	18 (15.8)
전체	650 (100)	114 (100)

- 설문조사에서도 사업 참여 기업과 미참여 기업 간에 특성 차이가 있음이 확인 가능(수출 비중)
- 고용 변화에 대해서도 고용을 늘렸다는 응답 비율이 참여 기업에서 높음

분석결과 - 선행추세 비교

	(1)	(2)	(3)	(4)
스마트공장 도입 여부	22.90***	25.22***	25.07***	20.51***
	(2.866)	(8.916)	(8.880)	(7.169)
중복 도입 여부	13.47	10.30	10.19	9.399
	(13.69)	(12.28)	(12.81)	(9.969)
상수	6.086***	-8.671	-12.60	-7.255
	(0.00701)	(16.09)	(15.69)	(13.65)
관측치	866,498	866,498	866,498	761,946
결정계수	0.961	0.961	0.961	0.972

- *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.1$

- 사업체 단위로 클러스터링하여 표준편차를 계산

- 1)은 스마트공장 도입 및 중복 도입에 관한 더미변수만을 고려한 모형이며, (2)는 스마트공장 시스템 종류 및 수준까지, (3)은 연도, 지역, 산업에 따라 고정효과를 주었으며, (4)에서는 전년도 기업 규모에 대한 변수까지 통제된 것임

분석결과 - 선형추세 포함

	(1)	(2)	(3)	(4)
선형 선형추세	10.65***	11.26***	11.05***	8.726***
	(1.670)	(1.671)	(1.664)	(1.558)
제곱항 선형추세	-0.847***	-1.058***	-1.030***	-0.822***
	(0.224)	(0.239)	(0.238)	(0.232)
스마트공장 도입 여부	0.163	5.283	5.329	5.820
	(1.413)	(8.466)	(8.419)	(6.577)
상수	6.027***	-17.81	-20.67	-13.66
	(0.0142)	(16.40)	(15.87)	(13.54)
관측치	866,498	866,498	866,498	761,946
결정계수	0.961	0.962	0.962	0.973

- *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.1$

- 사업체 단위로 클러스터링하여 표준편차를 계산

- 1)은 스마트공장 도입 및 중복 도입에 관한 더미변수만을 고려한 모형이며, (2)는 스마트공장 시스템 종류 및 수준까지, (3)은 연도, 지역, 산업에 따라 고정효과를 주었으며, (4)에서는 전년도 기업 규모에 대한 변수까지 통제된 것임 연도, 지역, 산업에 따라 고정효과를 주었으며, (4)에서는 전년도 기업 규모에 대한 변수까지 통제된 것임

양적 효과 분석 결론

- 선행추세를 추가했을 때 스마트공장 도입의 고용 효과가 없는 것으로 나타남
- 선행추세에 관한 변수들인 선형 선행추세와 제곱항 선행추세는 통계적으로 유의한 계수값이 관찰되었음
 - 선형 선행추세가 양의 값으로 나오는 것을 통해, 비도입 기업과 비교하여 도입 기업들에서 스마트공장 도입 이전에 고용이 뚜렷히 증가하는 추세가 있었음을 확인할 수 있음
 - 제곱항 선행추세의 계수값이 음인 것까지 고려하면 이러한 선행추세는 장기적으로 줄어들어 결국 사라지는 것을 알 수 있음
- 선행추세가 없을 때 나타났던 스마트공장의 양의 고용효과는 양의 선행추세가 반영된 결과라고 생각할 수 있음

양적 효과 분석 결론

- 스마트공장 구축지원 사업은 기업의 자비 부담이 반 이상이므로 일정한 특성을 가진 기업들이 참여했거나 혹은 참여 기업들이 비참여 기업들과 다른 추세 및 경로를 가졌을 가능성이 높음
 - 관찰 가능하지 않은 여러 변수들을 기업고정효과를 통해 통제 한 결과, 스마트공장 도입 이후에 직접적으로 고용이 뚜렷이 증가하거나 감소한다고 결론내릴 수 없음
 - 특히 선행추세는 시간이 흐름에 따라 감소하는 추세이지만, 도입 이후에도 이러한 선행추세를 통제했으므로, 일부 양의 고용효과가 선행추세에 잡혔을 수도 있어, 본 연구에서 추정된 고용 효과는 하한선일 가능성이 있음
- 스마트공장 도입시 고용에 대한 음의 효과보다 매출 증대라는 경로를 통한 양의 효과가 적어도 크거나 같음을 시사

성향 점수 매칭

- 성향 점수 매칭의 적용
 - 산업, 지역, 연도별 고용 규모 및 고용 변화를 이용하여 propensity score를 계산한 후 매칭을 통해 DID를 할 수 있음
 - 이 경우 스마트공장 도입 이전의 고용 변화까지 통제할 것이므로 선행추세를 통제할 필요가 없을 수 있음
- PSM을 적용했을 때의 의문점
 - 성향이 비슷하며, 고용 규모 및 변화 추세까지 비슷한 두 기업이 왜 한 곳은 스마트공장 구축지원 사업에 참여하고 한 곳은 참여하지 않았는가?
 - 이러한 선택의 차이를 불러온 원인은 모형에서 통제가 되었는가?
 - 그렇지 않다면 PSM DID를 적용했을 때, 스마트공장 도입에 따른 고용 효과가 아닌 통제되지 않은 특성에서 기인하는 고용 효과가 추정되는 것은 아닐까?

정책적 시사점

- 노동포용적 스마트공장
 - 단순한 기술 도입에 그치거나 노동배제적인 자동화를 추구하는 스마트공장이 아닌 노동과 조화를 이루는 스마트공장 구축의 필요
 - 현장 작업자들이 스마트공장 도입 단계부터 도입 현장, 분야, 수준 등의 결정에 적극적으로 참여하도록 유도해야함
 - 현재의 스마트공장은 작업자의 참여도가 낮은 편임
 - 산업재해가 빈번한 곳, 기존 작업자들이 기피하는 업무 등에 스마트공장을 우선적으로 도입하여 환경을 개선하고 생산성 향상을 극대화할 필요가 있음
 - 이를 통해 궁극적으로 구인난을 겪는 중소 제조업체에 청년층을 유인하고, 여성 및 중장년의 참여도 가능케하여 청년 실업 및 인력난 해소에 기여 가능
- 스마트공장의 도입과 함께 기존 인력의 재교육이 필요하며, 아울러 스마트공장 운용에 적합한 인재를 양성할 필요가 존재

정책적 시사점

- 스마트공장과 일터혁신의 결합
 - 스마트공장 구축에 따른 신기술 도입으로 일터혁신 촉발 가능
 - 인적 자원 관리 및 작업 방식에서의 혁신없이 기술 혁신만 이뤄지는 경우 효과도 감소하고 효율도 떨어질 수 있음
 - 새로운 기술을 활용하기 위해 기업들이 조직 및 업무 개선 등에서 일터혁신의 필요성을 느끼는 계기가 될 수 있음
 - 실제 스마트공장을 운영하고 활용하는 것은 작업자들이므로, 스마트공장의 본 목적을 달성하기 위해서는 작업자들이 참여하는 일터혁신과 스마트공장이 결합될 필요가 있음
 - 아울러, 이러한 일터혁신을 통해 스마트공장에 맞는 작업 방식 및 기업 조직을 구축하여 스마트공장의 고도화 및 확산을 촉발시킬 수 있음

정책적 시사점

- 스마트공장과 고용
 - 스마트공장 시스템 보급 기업에서의 고용 효과까지 고려한다면 스마트공장 구축 지원 사업이 양의 고용 효과를 가져왔을 가능성이 높음
 - 전후방 산업의 활성화 및 이로 인한 자연스러운 산업 구조의 고도화로까지 연결될 수 있기에 스마트공장 도입은 필수적이라 할 수 있음
 - 스마트공장이 고용을 확연히 감소시키는 일은 적어도 단기적으로는 발생치 않을 것임이 본 연구로 확인됨
 - 따라서 스마트공장의 확산에 대한 근로자들의 오해 및 심리적 저항을 불식시키기 위한 노력도 필요
 - 스마트공장 보급을 양질의 일자리를 창출하는 계기로 삼을 필요가 있음