스마트기술의 조직성과 효과

– 일터혁신과의 연계성을 중심으로–

2020년 8월

노용진

목 차

1. 연구의 배경과 필요성
2. 이론적 논의: 가설들과 연구모형
3. 자료와 기초통계
4. 실증분석 결과
5. 결론

1. 연구의 배경과 필요성

- 스마트공장의 확산
  - 인공지능/빅데이터, 사물인터넷 등 정보지능기술과 정보통신 기술의 발전
  - 중국 등 저임금국가의 부상과 국제분업구조의 변화
  - 최저임금의 급등과 근로시간 단축
  - 인구의 고령화 등 노동시장의 변화

1. 연구의 배경과 필요성

- 스마트기술을 효과적으로 사용하는 방법은 무엇일까?
  - 신기술 경쟁에서 밀리는 것이 가장 위험한 상황
  - 김민호 외(2019): 스마트공장의 조직성과 효과가 없음
- 스마트기술의 효과적 사용 방법으로서 스마트기술과 일터혁신의 통합적 접근을 주목
  - 스마트기술의 효과적 사용을 위해서는 그에 적합한 근로자들의 숙련구조와 태도, 작업방식과 작업구조의 혁신을 요구

2. 이론적 논의: 가설과 연구모형

- 스마트기술의 기술적 특성

– 자동화기술과 정보지능기술의 결합을 통해서 자동화기계시스템으로 발전

* 자동화는 기계화와 자동화를 내포하는데, 조직성과 효과가 큼
* 기존의 알고리듬 기반 자동화기술은 유연성이 떨어져서 자동화기술 시스템화가 어려움
* 인공지능/빅데이터 등 정보지능기술은 기계학습을 통해서 가변적인 상황에 대한 대처능력이 뛰어나기 때문에 자동화기계들을 서로 통합시키기가 용이

2. 이론적 논의: 가설과 연구모형

- 스마트기술의 구성 요소

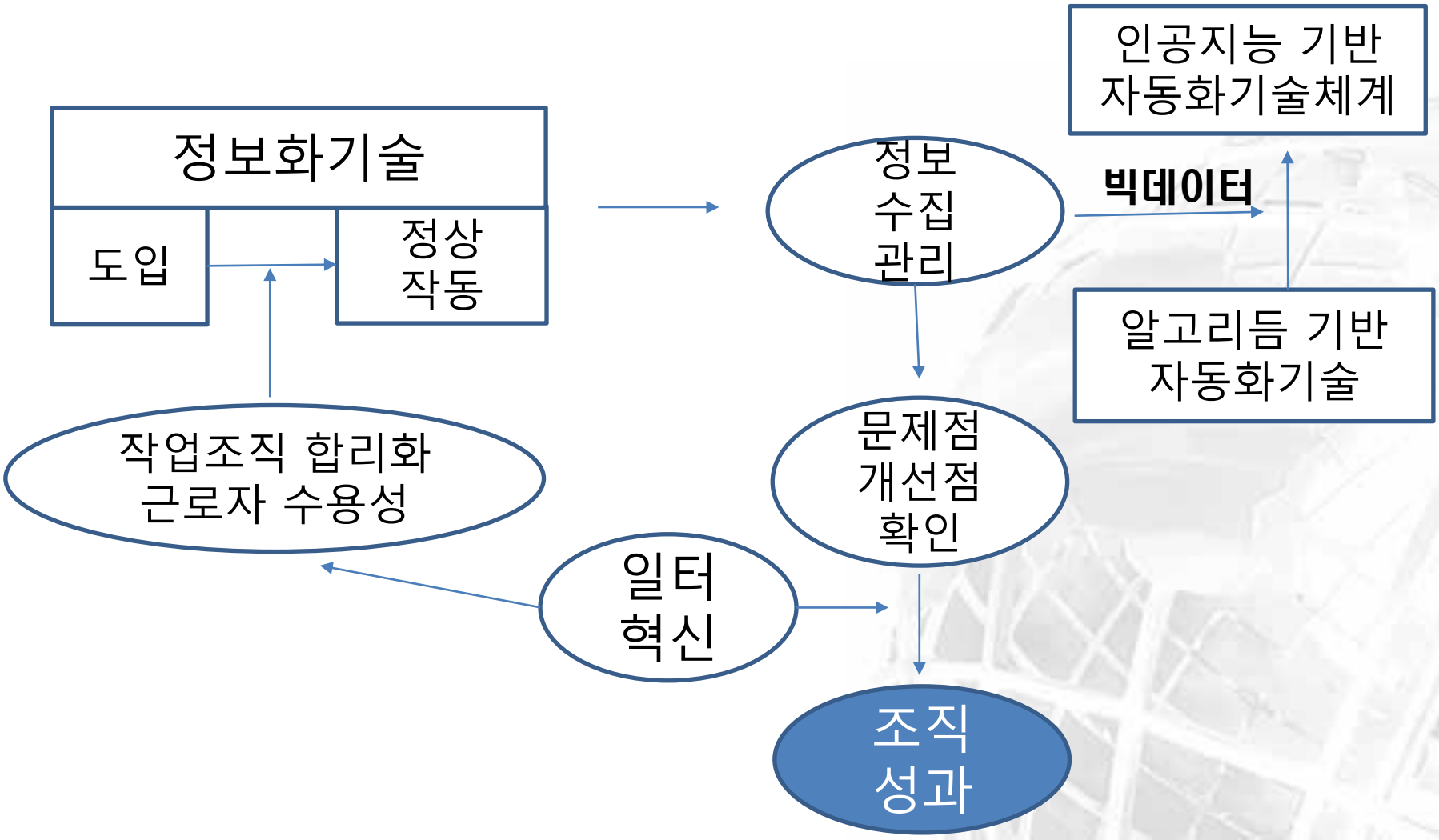
– 정보화기술(대표적으로 MES)

* 현재 스마트기술은 대부분 정보화기술 도입 단계
* 작업현장 정보의 실시간 수집하여 정보시스템의 구축
* 향후 스마트공장의 구축을 위한 데이터의 축적 과정이기도 함

– 본 연구에서는 정보화기술을 중심으로 해서 조직성과 효과를 논의하고자 함

2. 이론적 논의: 가설과 연구모형

- **이론모형**



2. 이론적 논의: 가설과 연구모형

- 탐색과제 1
  - 탐색과제 1-1: 스마트기술 도입의 조직성과 효과가 긍정적?
  - 탐색과제 1-2: 스마트기술 활용도의 조직성과 효과가 긍정적?
  - 탐색과제 1-3: 스마트기술 프로그램별 조직성과 효과?

- 가설 2
  - 가설 2: 일터혁신은 스마트기술의 조직성과 효과에 긍정적 조절효과를 보일 것

2. 이론적 논의: 가설과 연구모형

- 가설 3
  - 가설 3-1: 근로자 수용성은 스마트기술의 활용도에 긍정적인 영향을 미칠 것
  - 가설 3-2: 근로자 참여는 스마트기술의 활용도에 긍정적인 영향을 미칠 것
  - 가설 3-3: 경영진 준비도는 스마트기술의 활용도에 긍정적인 영향을 미칠 것
  - 가설 3-4: 일터혁신은 스마트기술의 활용도에 긍정적인 영향을 미칠 것

2. 이론적 논의: 가설과 연구모형

- 가설 4
  - 가설 4-1: 근로자 수용성은 조직성과에 긍정적인 영향을 미칠 것
  - 가설 4-2: 근로자 참여는 조직성과에 긍정적인 영향을 미칠 것
  - 가설 4-3: 경영진 준비도는 조직성과에 긍정적인 영향을 미칠 것

2. 이론적 논의: 가설과 연구모형

- 통계모형: OLS

(1) $$P_i = \beta_0 + \beta_1 S_i + \gamma X_i + \epsilon_i$$

(2) $$P_i = \beta_0 + \beta_1 S_i + \beta_2 S_i^* I_i + \beta_3 I_i + \gamma X_i + \epsilon_i$$

(3) $$SU_i = \beta_{0_a} + \beta_1 EA_i + \beta_2 MI_i + \beta_3 EI_i + \beta_4 I_i + \gamma X_i + \epsilon_i$$

(4) $$P_i = \beta_0 + \beta_1 EA_i + \beta_2 MI_i + \beta_3 EI_i + \gamma X_i + \epsilon_i$$

P: 조직성과(품질, 노동생산성), S: 스마트기술, I: 일터혁신
S*I: 스마트기술과 일터혁신의 상호작용, EA: 근로자 수용도
MI: 경영진 준비도, EI: 근로자 참여, X: 통제변수들

3. 자료와 기초통계

- 자료

– 노 세리 외(2019): 일터혁신과 스마트공장의 고용효과를 분석하기 위해서 수집한 자료를 2차 자료로 활용

– 본 연구의 분석에 사용한 표본 크기: 449개

* 스마트공장 도입기업 297개, 미도입기업 171개

(도입기업의 대응표본으로 미도입기업들 조사)

– 2019년 8월 26일에서 10월 18일까지 조사

3. 자료와 기초통계

- **기초통계**

<표 1> 스마트기술 도입 및 활용 현황

변수	표본수	평균(표준편차)
스마트공장 도입	449	0.661 (0.474)
스마트공장 활용 정도(도입기업 표본)	297	2.593 (0.788)
MES(제조실행체계)	449	0.566 (0.496)
ERP(전사적 자원관리)	449	0.122 (0.328)
SCM(공급사슬관리)	449	0.033 (0.180)
PLM(제품개발지원)	449	0.022 (0.148)
FEMS(공장 에너지관리)	449	0.029 (0.168)
IoT(사물인터넷)	449	0.060 (0.238)
자동화	449	0.049 (0.216)
로봇도입	449	0.022 (0.148)

3. 자료와 기초통계

<표 2-1> 종속변수들과 주요 독립변수들의 기초통계

변수	미도입기업		도입기업	
	N	평균(표준편차)	N	평균(표준편차)
17년 1인당 매출액(백만원)	143	412.9 (479.2)	289	335.5 (299.6)
18년 1인당 매출액(백만원)	143	424.5 (519.2)	289	345.6 (315.9)
동종업계 평균 대비 생산성 수준	152	3.362 (0.751)	297	3.350 (0.687)
동종업계 평균 대비 품질 수준	152	3.447 (0.735)	297	3.458 (0.748)
17년 근로자수(명)	152	89.368 (56.656)	297	63.327 (50.217)
일터혁신(5점)	152	3.599 (0.577)	297	3.484 (0.575)
근로자 수용도		-	297	2.562 (0.602)
엔지니어 참여		-	297	2.441 (0.812)
현장 작업자 참여		-	297	2.118 (0.782)
경영진 준비도		-	297	2.657 (0.836)

3. 자료와 기초통계

<표 2-2> 기타 통제변수들의 기초통계

변수	미도입기업		도입기업	
	N	평균(표준편차)	N	평균(표준편차)
직무표준화 비율(%)	152	66.974 (22.169)	297	63.603 (22.857)
자동화비율(%)	152	36.447 (23.428)	297	33.771 (23.751)
하청기업(더미)	152	0.368 (0.484)	297	0.468 (0.500)
수출비율(%)	152	25.526 (26.961)	297	18.013 (18.355)
18년 생산기능직 근속년수(년)	152	7.737 (5.842)	297	5.828 (3.545)
18년 생산기능직 월급수준(만원)	152	293.875 (103.197)	297	266.313 (53.458)
유노조	152	0.197 (0.399)	297	0.088 (0.283)
노사관계 분위기	152	3.651 (0.674)	297	3.643 (0.637)

4. 실증분석 결과

〈표 3〉 스마트기술 도입의 조직성과 효과: 전체 표본

독립변수	종속변수		
	품질 (N=449)	생산성 (N=449)	1인당 매출액 (N=431)
상수항	1.795 (0.313)	1.017 (0.287)	0.147 (0.127)
스마트기술 도입	0.105^(0.076)	0.052 (0.070)	0.011 (0.026)
일터혁신	0.284***(0.064)	0.416***(0.058)	0.036^(0.022)
17년 1인당 매출액	-	-	0.942***(0.015)
직무표준화 비율	0.004**(0.002)	0.004**(0.002)	0.000 (0.001)
자동화 비율	0.001 (0.002)	0.001 (0.001)	0.000 (0.001)
하청기업	0.069 (0.074)	0.089^(0.068)	0.042^(0.026)
수출비율	-0.001 (0.002)	0.002^(0.002)	0.000 (0.001)
생산기능직 근속년수	0.008 (0.008)	0.005 (0.008)	0.000 (0.003)
생산기능직 월급	0.000 (0.001)	0.000 (0.000)	0.000^(0.000)
유노조	-0.051 (0.113)	-0.149^(0.104)	-0.023 (0.040)
노사관계 분위기	0.078^(0.057)	0.103**(0.052)	0.013 (0.020)
R^2	0.153	0.219	0.932

4. 실증분석 결과

<표 4> 스마트기술 종류별 조직성과 효과: 전체 표본

독립변수	종속변수		
	품질 (N=449)	생산성 (N=449)	1인당 매출액 (N=431)
상수항	1.761 (0.315)	0.980 (0.288)	0.134 (0.129)
MES(제조실행체계)	0.135*(0.079)	0.096^(0.072)	0.015 (0.027)
ERP(전사적 자원관리)	-0.082 (0.110)	-0.124 (0.101)	-0.042 (0.038)
SCM(공급사슬관리)	0.018 (0.195)	0.152 (0.178)	0.022 (0.066)
PLM(제품개발지원)	0.286 (0.237)	-0.018 (0.217)	0.012 (0.080)
FEMS(공장 에너지관리)	0.221 (0.211)	0.177 (0.193)	-0.050 (0.072)
IoT(사물인터넷)	0.104 (0.148)	0.012 (0.135)	0.020 (0.051)
자동화	0.058 (0.165)	-0.028 (0.151)	0.040 (0.059)
로봇도입	-0.171 (0.239)	0.329^(0.218)	-0.040 (0.081)
R^2	0.161	0.228	0.933

4. 실증분석 결과

〈표 5〉 스마트기술 활용도의 조직성과 효과: 도입기업 표본

독립변수	종속변수		
	품질 (N=297)	생산성 (N=297)	1인당 매출액 (N=289)
상수항	1.711 (0.413)	0.864 (0.350)	0.192 (0.176)
스마트기술 활용도	0.110*(0.058)	0.044 (0.049)	0.009 (0.021)
일터혁신	0.304***(0.080)	0.423***(0.068)	0.016 (0.029)
17년 1인당 매출액	-	-	0.937***(0.020)
직무표준화 비율	0.004**(0.002)	0.003*(0.002)	0.000 (0.001)
자동화 비율	0.001 (0.002)	0.000 (0.002)	0.000 (0.001)
하청기업	0.150^(0.092)	0.092 (0.078)	0.061*(0.034)
수출비율	0.000 (0.002)	0.003^(0.002)	-0.001 (0.001)
생산기능직 근속년수	0.005 (0.013)	0.011 (0.011)	0.002 (0.005)
생산기능직 월급	-0.001 (0.001)	-0.001^(0.001)	0.000 (0.000)
유노조	-0.115 (0.155)	-0.226*(0.131)	-0.003 (0.057)
노사관계 분위기	0.066 (0.071)	0.136**(0.061)	0.023 (0.026)
R^2	0.193	0.311	0.919

4. 실증분석 결과

〈표 6〉 스마트기술의 조직성과 효과에 대한 일터혁신의 조절작용: 전체 표본

독립변수	종속변수		
	품질 (N=449)	생산성 (N=449)	1인당 매출액 (N=431)
상수항	2.016 (0.430)	1.063 (0.394)	0.057 (0.165)
스마트기술 도입	-0.229 (0.452)	-0.018 (0.414)	0.143 (0.156)
스마트기술*일터혁신	0.094 (0.125)	0.020 (0.115)	-0.037 (0.043)
일터혁신	0.221**(0.106)	0.403***(0.097)	0.062*(0.037)
17년 1인당 매출액	-	-	0.943***(0.015)
직무표준화 비율	0.004**(0.002)	0.004**(0.002)	0.000 (0.001)
자동화 비율	0.001 (0.002)	0.001 (0.001)	0.000 (0.001)
하청기업	0.072 (0.074)	0.089^(0.068)	0.041^(0.026)
수출비율	-0.001 (0.002)	0.002^(0.002)	0.000 (0.001)
생산기능직 근속년수	0.008 (0.008)	0.005 (0.008)	0.000 (0.003)
생산기능직 월급	0.000 (0.001)	0.000 (0.000)	0.000^(0.000)
유노조	-0.051 (0.114)	-0.148^(0.104)	-0.023 (0.040)
노사관계 분위기	0.080^(0.057)	0.103**(0.052)	0.012 (0.020)
R^2	0.154	0.219	0.932

4. 실증분석 결과

<표 7> 스마트기술 도입방식이 스마트기술 활용도에 미치는 영향: 도입기업 표본

독립변수	종속변수		
	스마트공장 활용도		근로자 수용도
상수항	-0.582 (0.415)	-0.032 (0.434)	1.277 (0.333)
경영진의 준비도	0.101*(0.054)	0.192***(0.056)	0.124***(0.043)
근로자 수용도	0.394***(0.077)	-	-
엔지니어 참여	0.142**(0.058)	-	-
현장작업자 참여	0.039 (0.061)	-	-
일터혁신	0.042 (0.080)	0.145*(0.083)	0.150**(0.063)
직무표준화 비율	0.005***(0.002)	0.005**(0.002)	-0.001 (0.002)
자동화 비율	0.001 (0.002)	0.004*(0.002)	0.006***(0.001)
하청기업	0.117^(0.089)	0.108 (0.096)	-0.007 (0.073)
수출비율	0.001 (0.002)	0.000 (0.002)	0.000 (0.002)
생산기능직 근속년수	0.025**(0.012)	0.020^(0.013)	-0.014^(0.010)
생산기능직 월급	0.001 (0.001)	0.001 (0.001)	0.000 (0.001)
유노조	-0.296*(0.150)	-0.204 (0.160)	0.209*(0.122)
노사관계 분위기	0.107^(0.069)	0.176**(0.073)	0.133**(0.056)
R^2	0.333	0.219	0.212

4. 실증분석 결과

〈표 8〉 스마트기술 도입방식이 조직성과에 미치는 영향: 도입기업 표본

독립변수	종속변수		
	품질 (N=297)	생산성 (N=297)	1인당 매출액 (N=289)
상수항	1.429 (0.429)	0.637 (0.364)	0.177 (0.182)
경영진의 준비도	0.104*(0.056)	0.021 (0.048)	-0.001 (0.021)
근로자 수용도	0.120^(0.080)	0.138**(0.067)	0.003 (0.029)
엔지니어 참여	-0.048 (0.060)	0.002 (0.051)	0.022 (0.023)
현장작업자 참여	0.064 (0.063)	0.022 (0.053)	0.000 (0.024)
일터혁신	0.274***(0.083)	0.395***(0.070)	0.012 (0.031)
17년 1인당 매출액	-	-	0.000 (0.001)
직무표준화 비율	0.004**(0.002)	0.004**(0.002)	0.000 (0.001)
자동화 비율	0.000 (0.002)	-0.001 (0.002)	0.937***(0.020)
하청기업	0.183**(0.092)	0.106^(0.078)	0.064*(0.034)
수출비율	0.000 (0.002)	0.003^(0.002)	-0.001 (0.001)
생산기능직 근속년수	0.009 (0.013)	0.014^(0.011)	0.002 (0.005)
생산기능직 월급	-0.001 (0.001)	-0.001^(0.001)	0.000^(0.000)
유노조	-0.140 (0.155)	-0.258*(0.132)	-0.006 (0.058)
노사관계 분위기	0.057 (0.071)	0.119*(0.060)	0.021 (0.027)
R^2	0.209	0.325	0.919

5. 결론

〈표 9〉 실증분석 결과 요약

가설	독립변수	조직성과 지표		스마트공장 활용도
		품질	노동생산성	
(1) 스마트기술의 조직성과 효과	도입 여부	약 (+)	기각	
	활용도	(+)	기각	
	스마트기술 종류	MES만 (+)	MES만 부분적 약(+)	
(2) 일터혁신의 조절효과	스마트기술 도입과 일터혁신의 상호작용	기각	기각	
(3) 스마트기술 도입 방식 → 스마트공장 활용도	경영진의 준비도			(+)
	근로자 수용성			(+)
	근로자 참여			엔지니어만 (+)
	일터혁신			기각
(4) 스마트기술 도입 방식→ 조직성과	경영진의 준비도	(+)	기각	
	근로자 수용성	약 (+)	부분적 (+)	
	근로자 참여	모두 기각	모두 기각	

5. 결론

- 실증분석 결과
  - 스마트기술의 조직성과 효과: 품질 효과는 비교적 많이 발견되지만, 노동생산성 효과는 확인되지 않음
    - * 스마트기술 중류 중 MES의 조직성과 효과가 비교적 긍정적
  - 스마트기술의 조직성과 효과에 대한 일터혁신의 조절효과가 발견되지 않음

5. 결론

- 실증분석 결과(계속)

– 스마트기술 도입 시 근로자 수용도, 근로자 참여 중 엔지니어 참여, 경영진 준비도 등이 스마트기술 활용도에 긍정적인 영향

* 일터혁신은 근로자 수용도와 근로자 참여 등을 매개로 해서 스마트기술 활용도에 긍정적인 영향을 미침

– 스마트기술 도입 시 근로자 수용도가 조직성과에 긍정적인 영향을 보이는 경향

5. 결론

- 정책적 시사점

– 스마트기술의 조직성과를 높이기 위한 별도의 노력이 요구

– 스마트기술과 일터혁신의 동시 진행(또는 공존)만으로는 조직성과 효과를 높이지 못하고 있음

– 스마트기술과 일터혁신을 직접적으로 결합시키려는 노력이 필요

* 스마트기술 도입 시 일터혁신 기법을 활용

* 스마트기술을 통한 문제점과 개선점 발견과 일터혁신을 직접적으로 결합할 필요

– 스마트기술과 일터혁신의 상호 부정합성을 줄이려는 노력이 필요

경청해주셔서 감사합니다!