creative commons
COMMONS DEED

저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:11061-200000172389

박사학위논문

스마트 공장 수용 요인과 성과 분석을 위한 실증적 연구

-TOE 및 IS성공모델을 중심으로-

HANSUNG UNIVERSITY

2019년

한 성 대 학 교 대 학 원

지식서비스&컨설팅학과

매니지먼트컨설팅전공

길 형 철

HANSUNG
UNIVERSITY

박 사 학 위 논 문
지도교수 유연우

스마트 공장 수용 요인과 성과 분석을 위한 실증적 연구

-TOE 및 IS성공모델을 중심으로-

An Empirical Study on Adoption Factor and Performance Analysis of Smart Factory through Technical Acceptance Model
-Focusing on TOE and IS Success model-

HANSUNG UNIVERSITY

2018년 12월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

지식서비스&컨설팅학과

매니지먼트컨설팅전공

길 형 철

박 사 학 위 논 문
지도교수 유연우

스마트 공장 수용 요인과 성과 분석을 위한 실증적 연구

-TOE 및 IS성공모델을 중심으로-

An Empirical Study on Adoption Factor and Performance Analysis of Smart Factory through Technical Acceptance Model
-Focusing on TOE and IS Success model-

위 논문을 컨설팅학 박사학위논문으로 제출함

2018년 12월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

지식서비스&컨설팅학과

매니지먼트컨설팅전공

길 형 철

HANSUNG UNIVERSITY

길형철의 컨설팅학 박사학위 논문을 인증함

2018년 12월 일

심사위원장 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

HANSUNG UNIVERSITY

국 문 초 록

스마트 공장 수용요인과 성과 분석을 위한 실증적 연구

한 성 대 학 교 대 학 원
지 식 서 비 스 & 컨 설 팅 학 과
매 니 지 먼 트 컨 설 팅 전 공
길 형 철

4차 산업혁명 시대의 도래에 따라 국내·외 산업 패러다임이 빠르게 변화하고 있다. 제조업 관점에서 4차 산업혁명을 이끄는 핵심 키워드 중에 하나는 스마트공장이다. 급변하는 환경변화 속에 제조업체들은 노동력부족, 고령 기술자들의 기술계승, 다품종 소량화 요구대응, 납기단축, 비용저감, 품질관리 등의 공통된 과제를 가지고 있으며, 이의 해결책이 스마트 공장이라고 인식을 하고 있다. 그러나 적극적인 수용 노력을 하는 대기업과는 다르게 중·소 제조기업들은 산업구조적인 문제점, 기업 자체의 취약적 요소, 그리고 전문 인력의 부족 등으로 스마트 공장 수용이 기대하는 만큼 이루어지지 못하고 있다.

이에 따라 본 연구는 TOE(Technology, Organization, Environment) 프레임워크와 IS(Information System) 성공모델을 중심으로 구조 방정식 연구모델을 설정하고 실증조사 및 통계적 분석을 통해서 제조업 현장의 담당자들이 스마트 공장 수용에 대해서 어떻게 생각하고 있는지, 성과에 대해 어떻게 생각하고 있는지를 파악하고, 이 실증연구 결과를 바탕으로 스마트 공장 수용을 검토하는 중소 제조 기업에게 효과적인 수용 방안의 제안을 그리고 스마트

공장 확산 정책을 수립하고 실행하는 관련 정부와 단체들에게 정책적 제안을 하여 스마트 공장 수용확산을 확산하고자 하는 목적으로 진행되었다.

본 연구의 결과를 요약하면 아래와 같다

첫째, 상대적 이점은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 스마트 공장을 수용하는데 특정 목적에 얼마나 부합하는 지의 여부와 어떤 부가가치를 제공하는지 여부, 즉 상대적 이점은 스마트 공장의 새로운 기술이나 설비를 수용하는데 가장 기본적인 검토 요소가 된다.

둘째, 재무 준비성은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 기업에서는 아무리 효과가 큰 투자라 할지라도 직접적으로 자금이 바로 회수가 되지 않는 한 투자 자원을 점검하여 투자 여력이 있을 때 또는 자금을 융통할 수 있을 때 집행을 하고 있어 재무적 준비성은 중요한 변수로 나타났다.

셋째, 정부의 지원은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 한국정부 스마트 공장 지원의 대부분은 중·소기업을 대상으로 하고 있으며, 중·소기업들도 스마트 공장을 수용할 때 정부 지원 자금을 활용함에 따른 투자비용 부담 감소를 기대하고 있어 투자 집행 검토 시에 실질적인 검토 요인이 되고 있다.

넷째, 스마트 공장의 수용 후 성과의 불확실성은 스마트 공장 만족도에 부(−)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 일반적으로 규모가 작은 스마트 공장 솔루션을 수용해도 최소 3~6개월 이후에 성과를 내는 것으로 알려져 있어 수용 후에 바로 효과를 기대하는 공장운영 관리자들의 만족도는 떨어질 수밖에 없는 것이다.

다섯째, 기업의 흡수역량은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 스마트 공장 분야에서도 외부의 정보나 기술을 습득하고 체화하여 이를 활용하는 능력인 흡수 역량이 높은 기업들은 현장에 적합한 스마트 공장 솔루션의 선정하고 활용할 수 있으므로 만족도가 높을 것이다.

여섯째, 경쟁 환경은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 한국에서 자동차 완성차업체들의 강력한 요구에 따라 자동차 부품

업체들의 스마트 공장 보급률이 타 업종에 비해 높은 것과 같이 스마트 공장 수용으로 외부 고객들의 요구에 부응할 수 있게 되면 스마트 공장의 만족도는 향상될 것이다.

일곱째, 정부지원은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 스마트 공장에서도 정부의 지원을 받는다는 의미는 역시 투자 자금의 부담을 줄이는 것으로 이에 따라 투입되는 투자 자금 대비 수익률이 높게 되는 구조가 되므로 정부의 투자 자금을 받아 스마트 공장을 수용할 때 만족도가 높아질 것이다.

여덟째, 스마트 공장의 컨설팅 지원은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 중소업체들은 스마트 공장을 어떻게 수용해야 하는지 잘 모르고 있는 경우도 많기 때문에 각 수요기업의 상황에 맞도록 스마트 공장을 수용할 수 있게 하는 컨설턴트의 맞춤 지원은 적절한 스마트 공장 솔루션을 수용할 수 있게 하므로 수요기업들의 스마트 공장 만족도를 증가시킬 것이다.

아홉째, 스마트 공장 수용의도/수용은 스마트공장의 순편익에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 스마트 공장을 수용하거나 수용의사가 있는 수요기업들이 스마트 공장 솔루션은 기업의 성과에 긍정적 영향을 주는 것으로 판단하고 있는 것이므로 스마트 공장을 수용한 기업 또는 수용의도가 높은 기업은 실제로 편익을 확인하고 있거나 제공 받을 것을 기대하고 있다는 의미이다.

열 번째, 스마트 공장의 만족도가 높으면 스마트 공장의 순편익도 증가하는 것으로 나타났다. 만족도가 높다는 의미는 스마트 공장이 공장의 환경과 수용목적에 적합하도록 구축이 되었다는 의미이므로 순편익이 증가하는 것은 당연한 현상이라고 할 수 있다.

또한 다중집단 경로분석을 통하여 작게라도 스마트 공장을 수용하여 실제로 스마트 공장을 경험한 집단과 경험하지 못한 집단으로 나누어 조사를 한 결과 두 개의 집단 간에 스마트 공장에 대한 의식과 태도가 다름을 알 수 있었다.

첫째, 스마트 공장 미경험 집단은 스마트 공장 수용의도/수용에 영향을 미치는 요인이 재무 준비성과 컨설팅 지원으로 나타났으나, 스마트 공장의 수용 경험을 한 집단은 상대적 이점, 재무 준비성, 정부 지원으로 조사되었다. 이는 상대적 이점을 알고 있는 수용 경험기업과는 달리 스마트 공장 수용 경험이 없는 중소기업들은 기본적인 자금의 확보 문제를 가지고 있으며, 또한 스마트 공장에 대한 이해도가 낮아서 스마트 공장 수용을 위해서는 컨설팅 지원 등 외부의 실질적 도움이 필요한 상태임을 알려주는 것이다.

둘째, 스마트 공장 미경험 집단은 스마트 공장 수용 만족도에 영향을 미치는 요인이 흡수역량으로 나타났다. 이는 스마트 공장에 대한 이해도가 낮으므로 기술적 역량이 높을수록 스마트 공장의 수용성이 높아 만족도가 높을 것이라고 생각하고 있는 것을 의미한다, 반면에 스마트 공장 수용 경험을 한 집단은 불확실성(부의 영향), 경쟁 환경, 정부 지원으로 나타나 수용과 관련된 실질적인 요인들이 만족도에 영향을 주고 있는 것으로 나타났다.

다중 집단 경로 분석에 따르면 스마트 공장 경험 기업과 미경험 집단의 수용의도/수용 및 만족도에 미치는 변수 들이 달라 이의 대응책도 달라야 함을 알 수 있었다, 통계 조사 후 실시한 사례분석에서도 이들 연구 내용을 뒷받침해주고 있음을 알 수 있었다.

따라서 본 연구에서는 연구결과를 토대로 스마트 공장 수용/수용의도와 만족도에 영향을 주는 변수들을 중심으로 이러한 현상을 해결하는 방안에 대해 특히 중소기업들을 대상으로 다음과 같이 제안하고자 한다.

스마트 공장을 시작하는 기업들, 특히 중·소기업에게는 처음에 컨설팅 등 외부의 도움을 받아 가장 절실한 부분을 찾아서 이를 해결하는 방식으로 작게 시작해서 성공시킴으로 스마트 공장 솔루션의 장점과 실질적 효용가치를 느끼고 이를 바탕으로 점차 스마트 공장의 수준을 높여 가는 것이 바람직한 방안이라고 하겠다. 이 과정에 자금적인 사항은 정부지원을 활용하는 것이 투자 회수기간을 줄이는 효율적인 방안이 될 수 있다. 즉 “먼저 기업에서 필요성이 가장 큰 부분부터 스마트 공장을 작게 시작해서 성과를 경험한 후에 점차로 스마트 공장투자를 확대하자”고 정리할 수 있다. 그러면 스마트 공장의

수용 효과가 가장 클 것이며, 이후 다른 목적의 솔루션 확대 결정에도 자신감을 가지고 실행할 수 있을 것이다.

정부의 정책 수립자들에게는 아래와 같이 제안하고자 한다. 먼저 본 연구에서도 정부의 지원책은 중요한 요소로 나타났으므로 지속되어야 한다. 또한 추가로 중소기업은 스마트 공장에 대한 이해도가 떨어진다는 현상이 파악되었으며, 스마트 공장의 만족도도 새로운 기술을 받아들이는 능력인 흡수역량이 중요한 역할을 한다고 나타났다. 즉 수용 기업이 최소한의 이해와 기술력을 확보하지 않으면 제대로 된 스마트 공장 수용이 어렵다고 보이고 있다. 이를 해결하는 방안은 스마트 공장의 특성을 잘 이해하고 있는 컨설턴트 등 외부 전문가들이 중소 수요기업과의 진솔한 토의를 통하여 이 기업의 수명주기에 따른 장기적인 로드맵을 수립하도록 지원하고 중소기업들이 이 로드맵을 바탕으로 계속해서 적절한 투자와 기술개발을 할 수 있도록 지속적인 자문과 지원을 하여 경쟁력 강화를 시키는 것이다. 정부에서 우수한 중소기업을 선정하여 지속적으로 기업의 수명주기에 맞는 스마트 공장 역량강화와 수용확대를 지원하는 모범 공장 지원제도를 만들어 현재의 지원제도와 병행하여 진행하는 것도 제안하고자 한다.

[주요어] 스마트 공장 수용 의도/수용, TOE 프레임워크, IS성공모델, 상대적 이점, 재무준비성, 흡수역량, 정부지원, 경쟁환경, 컨설팅 지원

목 차

제 1 장 서 론 ····· **1**

제 1 절 연구의 배경 및 목적 ····· 1
1) 연구 배경 ····· 1
2) 연구 목적 ····· 4

제 2 절 연구의 방법 및 구성 ····· 6

제 2 장 이론적 배경 ····· **8**

제 1 절 스마트 공장 ····· 8
1) 스마트 공장 개요 ····· 8
2) 스마트 공장 정의 ····· 13
3) 한국 정부주도 스마트 공장 추진현황 ····· 26
4) 정부주도의 스마트 공장 컨설팅 지원 ····· 29
5) 스마트 공장 시장 현황 및 환경 ····· 30

제 2 절 스마트 공장 수용 및 성과 선행연구 ····· 33

제 3 절 기술 수용 모델 ····· 39
1) 기술 수용 모델의 특성 ····· 39
2) 개인 차원의 기술 수용 모델 ····· 39
3) 기업/조직 차원의 기술 수용 모델 ····· 49

제 4 절 정보시스템 성공 모델 ····· 56
1) DeLone & McLean IS 성공 모델 ····· 56
2) 수정된 DeLone & McLean IS 성공모델 ····· 57

제 5 절 업무 기술 적합성 모델 ····· 60

제 6 절 신기술 사용의도 관련 독립변인 ····· 62
1) 불확실성 ····· 62
2) 흡수 역량 ····· 64
3) 기업가 정신 ····· 66
4) 무형성 ····· 68

5) 재무 준비 ····· 70
제 7 절 신행연구의 시사점 ····· 71

제 3 장 연구 설계 및 조사 방법 ····· 74

제 1 절 연구 모형 ····· 74
제 2 절 연구 가설 ····· 78
1) 기술 요인과 수용/수용의도, 만족도간의 관계 ····· 78
2) 조직 요인과 수용/수용의도, 만족도간의 관계 ····· 80
3) 환경 요인과 수용/수용의도, 만족도간의 관계 ····· 83
4) 수용/수용의도, 만족도와 순편익간의 관계 ····· 85
제 3 절 조사 설계 ····· 87
1) 표본의 선정 및 자료 수집 ····· 87
2) 변수의 조작적 정의 및 설문지 구성 ····· 87
3) 자료의 분석 방법 ····· 90

제 4 장 연구결과 및 분석 ····· 92

제 1 절 표본 특성 ····· 92
제 2 절 탐색적 요인 분석 ····· 95
1) 요인 분석 ····· 95
2) 동일방법편의 검정 ····· 99
제 3 절 모델 검증 ····· 101
1) 수정된 연구모형 및 가설 ····· 101
2) 변수의 기술통계와 신뢰도 검정 ····· 104
3) ANOVA 분석 ····· 107
4) 확인적 요인 분석 ····· 137
5) 측정 모델 분석 ····· 144
제 4 절 가설 검정 ····· 148
1) 연구모형의 적합도 검정 ····· 148
2) 가설 검정 ····· 149

3) 가설검정 결과요약 ····· 159
4) 사례 분석 ····· 161

제 5 장 결 론 ····· **170**

제 1 절 연구결과와 시사점 ····· 170
1) 연구결과 ····· 170
2) 시사점 ····· 175

제 2 절 연구의 한계 및 향후 방향성 ····· 178

참 고 문 헌 ····· **179**

부 록 ····· **197**

ABSTRACT ····· 206

HANSUNG UNIVERSITY

표 목 차

[표 2-1] 스마트 공장의 수용 목적과 목적 달성 후의 모습 ····· 9
[표 2-2] 공장자동화와 스마트 공장의 차이 ····· 81
[표 2-3] 스마트 공장의 주요 특징 ····· 91
[표 2-4] 스마트 공장에 대한 정의 ····· 12
[표 2-5] '18년 스마트공장 보급 및 확산사업 ····· 72
[표 2-6] 스마트 공장의 국내 시장규모 및 전망 ····· 23
[표 2-7] 국내 스마트공장 시장(2011~2018) ····· 23
[표 2-8] 스마트 공장 보급 및 확산 관련 선행연구 ····· 63
[표 2-9] 조직혁신과 관련된 독립변수(Rogers, 2003) ····· 05
[표 2-10] TAM, UTAUT, IDT, and TOE의 기본 변수 ····· 55
[표 2-11] Wynne(2001)의 불확실성의 분류 ····· 26
[표 2-12] 흡수역량의 차원 ····· 56
[표 2-13] 기업가 정신의 구성요인 ····· 76
[표 2-14] Laroche et al.(2001)의 무형성 차원 분류 ····· 86
[표 3-1] 연구변수 추출과정 ····· 67
[표 3-2] 각 변수의 조작적 정의 및 설문 항목 ····· 88
[표 4-1] 표본의 일반적 특징 ····· 39
[표 4-2] 독립변수 탐색적 요인분석 결과 ····· 69
[표 4-3] 종속변수 탐색적 요인분석 결과 ····· 79
[표 4-4] 탐색적 요인분석 결과 ····· 89
[표 4-5] 전체 변수의 탐색적 요인분석 설명된 총분산 ····· 99
[표 4-6] 전체 변수의 상관관계 ····· 00
[표 4-7] 척도의 기술통계와 신뢰도 ····· 04
[표 4-8] 기업의 특성에 따른 상대적 이점 차이 분석 ····· 81
[표 4-9] 기업의 특성에 따른 무형적 속성 차이 분석 ····· 11
[표 4-10] 기업의 특성에 따른 불확실성 차이 분석 ····· 21
[표 4-11] 기업의 특성에 따른 기업가 정신 차이 분석 ····· 41
[표 4-12] 기업의 특성에 따른 흡수 역량 차이 분석 ····· 61

[표 4-13] 기업의 특성에 따른 회사규모 차이 분석 ····· 81
[표 4-14] 기업의 특성에 따른 경쟁 환경 차이 분석 ····· 02
[표 4-15] 기업의 특성에 따른 재무적 준비 차이 분석 ····· 22
[표 4-16] 기업의 특성에 따른 정부지원 차이 분석 ····· 42
[표 4-17] 기업의 특성에 따른 컨설턴트지원 차이 분석 ····· 62
[표 4-18] 기업의 특성에 따른 수용의도 차이 분석 ····· 82
[표 4-19] 기업의 특성에 따른 만족도 차이 분석 ····· 03
[표 4-20] 기업의 특성에 따른 순편익 차이 분석 ····· 23
[표 4-21] 기업의 특성에 따라 차이가 있는 변수(ANOVA 결과 요약) ·· 631
[표 4-22] 확인적 요인분석 적합도 판단기준 ····· 73
[표 4-23] 외생변수 (최초)확인적 요인분석 결과 ····· 931
[표 4-24] 외생변수 (최종)확인적 요인분석 결과 ····· 041
[표 4-25] 내생변수 판별 타당성 분석 ····· 14
[표 4-26] 외생변수 확인적 요인분석 결과(최초, 최종) ····· 241
[표 4-27] 내생변수 확인적 요인분석 결과 ····· 34
[표 4-28] 내생변수 판별 타당성 분석 ····· 34
[표 4-29] 확인적 요인분석 적합도 판단기준 ····· 44
[표 4-30] 측정모형 확인적 요인분석 결과 ····· 54
[표 4-31] 측정모델 판별 타당성 분석 ····· 64
[표 4-32] 연구모형에 대한 적합도 분석결과 ····· 84
[표 4-33] 가설 검정 결과 ····· 94
[표 4-34] 집단 간 교차타당성 분석결과 ····· 55
[표 4-35] ICT 미적용 단계 집단의 구조모형 분석결과 ····· 651
[표 4-36] 기초, 중간 1,2 단계 집단 구조모형 분석결과 ····· 751
[표 4-37] 집단별 기본가설 검정 결과 비교 ····· 85
[표 4-38] 가설검증 결과의 요약 ····· 95

그 림 목 차

[그림 1-1] 연구의 구성 및 수행 절차 ····· 7
[그림 2-1] Industry 4.0의 비전 ····· 9
[그림 2-2] 스마트 공장 구축 영역 및 절차 ····· 21
[그림 2-3] 스마트 공장 범위 및 추진 단계 이미지 ····· 02
[그림 2-4] 기술수용 관련 이론의 발전 ····· 04
[그림 2-5] 합리적 행동이론(TRA) ····· 14
[그림 2-6] TAM(기술 수용 모델, Technical Acceptance Model) ····· 24
[그림 2-7] TAM1(기술 수용 모델1, Technical Acceptance Model 1) ····· 34
[그림 2-8] TAM2(기술 수용 모델2, Technical Acceptance Model 2) ····· 44
[그림 2-9] TAM3(기술 수용 모델3, Technical Acceptance Model 3) ····· 54
[그림 2-10] UTAUT(통합기술수용모델, Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) ····· 64
[그림 2-11] UTAUT2(통합기술수용모델2, Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2) ····· 74
[그림 2-12] A Model of Five Stages in the Innovation-Decision Process ····· 51
[그림 2-13] TOE(Technology, Organization & Environment) Framework ····· 54
[그림 2-14] DeLone & McLean IS(Information System) 성공 모델 ····· 75
[그림 2-15] 수정된 DeLone & McLean IS 성공 모델 ····· 85
[그림 2-16] Goodhue & Thompson(1995)의 업무 기술 적합성 모델 ····· 06
[그림 2-17] 스마트공장 시스템 구축이 중소기업 경쟁력에 미치는 요인에 관한 연구 ····· 71
[그림 2-18] Strategic response to Industry 4.0 ····· 27
[그림 2-19] 한국중소기업의 스마트공장 사업참여 요인에 대한 실증분석 ····· 37
[그림 3-1] 기존 모델을 활용한 개념적 연구 모형 구조 ····· 57
[그림 3-2] 실증 연구 모델 ····· 77
[그림 4-1] 수정된 연구 모델 ····· 01

[그림 4-2] 측정 모형 확인적 요인 분석 ····· 74
[그림 4-3] 구조방정식 모형분석 결과 ····· 80

HANSUNG UNIVERSITY

제 1 장 서론

제 1 절 연구의 배경 및 목적

1) 연구 배경

4차 산업혁명 시대의 도래에 따라 국내·외 산업 패러다임이 빠르게 변화하고 있다. 제조업 관점에서 4차 산업혁명을 이끄는 핵심 키워드 중에 하나는 스마트 공장(Smart factory)이다(Forschungsunion, 2013; Magdalena GABRIEL & Ernst PESSL., 2016). 최근 독일, 미국, 일본과 중국을 포함한 전 세계의 제조업을 중시하는 국가들은 자국 제조업 경쟁력 확보를 목적으로 제조업에 ICT 융합을 하는 스마트 공장 수용을 전략적으로 추진하고 있다. 한국정부도 스마트 공장을 혁신성장 8대 선도 사업 중 하나로 지정하고 현재는 중소기업기술정보진흥원 중심으로 정책지원 역량을 집중하면서 각종 지원 제도를 만들어 주로 중소기업들을 대상으로 지원 중에 있다.

현재 제조업체들은 급변하는 환경변화 속에서 노동력 부족, 고령기술자들의 기술 계승, 다품종 소량화 요구, 납기 단축, 비용 저감, 품질 관리 등의 공통된 과제를 가지고 있으며, 이의 해결책이 스마트 공장이라고 인식을 하고 있다. 중소기업진흥공단에서 실시한 스마트공장 수용에 대한 설문조사(중소기업중앙회, 2018)에서도 응답자의 76.1%가 스마트공장 수용이 필요하다고 응답했다. 기업들은 제조기술과 정보통신기술을 융합하는 스마트 공장 수용을 전략적으로 추진하고 있으며, 정부도 2022년까지 스마트공장을 2만개 보급하는 것을 목표로 정책자금, 임직원 연수 등 다양한 지원정책을 펼치고 있다. 중앙정부 중심의 스마트 공장 보급·확산 추진체계를 갖추고 2014부터 2017년 말까지 4년간 2,669억 원을 수용업체에 지원하여(정부 지원이 78.8%인 2,104억 원으로 대부분을 차지) 5,003개의 스마트 공장을 보급하였다(대통령 직속 4차산업혁명위원회, 2018).

그러나 한국은 아직 경쟁국가에 비해 준비가 늦어 2016년 다보스 포럼에 보고된 USB보고서(2016)에 따르면 종합순위 25위로 미국, 일본, 독일 등 주요 경쟁 국가들에 비해 뒤처지고 있는 것이 현실이다. 산업 현장에서의 스마트 공장 수용에 있어서도 민간 지원(대기업 협력사 연계 지원)이 정부 지원보다 성과가 높은 것으로 평가되고 있으나, 아직 정부가 자금을 지원하는 정부 주도 보급 사업을 통한 일회성 지원을 중심으로 이루어지고 있으며, 현재 보급된 중·소 제조업체들의 스마트공장 구축 수준도 대부분 기초단계(76.4%)에 머물고 있는 실정으로 조사되고 있으며, 아직 수용 자체를 주저하고 있는 기업들도 많은 것이 사실(스마트 공장 확산 및 고도화전략, 2018)이다. 또한 중소기업진흥공단 조사의 분석결과를 보면 스마트 공장 수용이 필요하다고 생각하는 기업의 비율은 종사자 수가 100인 이상인 기업에서 77.2%로 가장 높았으며, 실제로 계획 또는 진행 중인 업체비율도 이들 업체에서 가장 높았다. 이 결과는 아직 스마트 공장에 대한 필요 인식 및 실제 수용이 일정 규모 이상의 업체를 중심으로 진행되고 있음을 알 수 있게 해준다.

스마트 공장 수용에 주저하고 있는 중소 제조업체들이 스마트 공장을 수용하는데 가장 우려하고 있는 이유는 초기 투자비용(43.3%), 전문 인력 미확보(25.3%), 사후관리 비용(18.8%), 가시적 성과확신 부족, 내부 직원 저항들을 들고 있다. 즉, 보급 확대가 잘되지 않는 이유가 중소기업들의 비용 부담이라는 직접적인 요인과 함께 투자 회수의 계산이 어려워 효과를 알기가 어려우며(불확실성), 요건 정의가 되지 않아(무형성) 최적 투자금액의 판단이 어렵다는 것이다. 또한 현장에서 실제로 스마트 공장을 주도할 생산기술과 정보시스템 모두를 이해하면서 프로젝트를 수행할 수 있는 인력의 부재와 변혁과 일자리 감소를 우려하는 현장의 반대도 제약요인으로 나타나고 있다(일본 경제산업성, 2018). 우리와 산업구조가 비슷한 일본의 사례를 보더라도 제조업 생산 프로세스에서의 데이터 중요성을 인식하기 시작해 데이터 수집비율이 '16년 40.6%에서 '18년 67.6%까지 급속히 증가되고 있으며, 이 데이터의 가시화까지의 진행을 원하는 제조업체의 비율이 50%이상임에도 실제로 이 데이터를 활용하여 운영되는 기업이 10~17% 정도로 아직 기대와 실행의 격차가

크게 나타나고 있는 것을 볼 수 있다. 그 이유로 지적되는 것이 전문 인력 부족, 비용 대비 효과의 불투명, 자금 확보 어려움으로 우리나라와 유사한 현상을 보이고 있다(일본 경제산업성, 2018). 또한, 중소기업진흥공단의 조사를 보면 제조 혁신에 대한 컨설팅 지원은 중소기업의 51.8%가 받은 것으로 조사되어 현장 혁신부문의 컨설팅에 대해서는 제조 기업들에게 어느 정도 활성화되고 있는 것으로 판단할 수 있으나 제조 기업들의 이해도가 떨어지는 스마트 공장의 수용, 운영과 관련된 컨설팅 지원은 부족한 상황이다.

중·소 제조 기업이 처한 현실적인 입장에서 보면 현재의 산업구조적인 문제점과 기업 자체의 취약적 요소, 그리고 전문 인력의 부족으로 시스템수용이 제대로 이루어지지 못하고 있는 중·소기업을 위해서는 무엇보다도 중·소 제조기업에 적합한 성공적인 스마트 공장 구축을 위한 현업·현장의 이해와 함께 중소기업에 쉽게 적용할 수 있는 수준별, 맞춤형 적용기술 확보가 필요하다(김재성, 2017). 또한 최근 스마트 공장 보급이 정부의 IT솔루션 중심의 지원 조건에 따라 공정혁신이 동반되지 못한 상대로 주로 소프트웨어인 IT 솔루션 설치만으로 이루어지고 있으며(박문수, 2015), 현장의 실시간 설비 정보나 관련 데이터에 대한 충분한 사전 준비 없이 운용되어 스마트 공장의 운영 성과가 기대보다 부족한 경우도 발생하고 있다. 이에 따라 공장에서 스마트 공장 솔루션을 활용하는 운영 책임자, 담당자 등이 실망할 뿐 아니라 여러 문제가 제기되어 도입 후 현장에서 제대로 사용되지 못하는 등 실무진 그 누구도 원하지 않는 모습으로도 도출되고 있다. 이것은 IT기술 적용이전에 운영기술(Operation Technology, OT)과 자동화기술(Automation Technology, AT)에 대한 중요성을 간과한 점에서 비롯된다고 볼 수 있다(김승택, 2016).

이와 같이 스마트 공장의 수용 필요성은 전 세계적으로 인지되어 스마트 공장 수용을 통해서 각 국 산업구조의 문제점을 해결하고 글로벌 경쟁력을 강화하기 위하여 독일 인더스트리 4.0, 미국 Making in America, 일본 산업재흥플랜, 중국 제조 2025 등 우리나라를 포함한 각국이 산업 환경에 적합한 형태로 확산 노력을 적극적으로 진행하고 있다. 그러나 스마트 공장의 개념과 범위가 넓고 각 공장별로 맞춤형 개별화가 필요한 기술의 특성에 따라 특히

중·소기업을 중심으로 효과에 대한 확신 부족 또는 명확한 수용 목적 정립이 되지 못한 상태에서의 무분별한 IT기술 중심 수용에 따른 실패 사례 발생 등으로 정부가 적극적인 지원 정책을 전개함에도 불구하고 스마트 공장 수용 확산에 문제점들이 나타나고 있는 것도 사실이다.

2) 연구 목적

2016년 1월 다보스포럼에서 클라우스 슈밥 회장이 제기한 4차 산업 혁명은 이제는 현실이 되어 있다. 4차 산업 혁명의 핵심 요소인 스마트 공장은 미래를 위한 것이 아니라 세계적으로 현재 진행형의 큰 흐름으로 이의 동행 여부에 따라 현재와 미래의 제조업 경쟁력이 좌우되고 있다고 할 수 있다.

특히, 제조업분야에서 우리나라와 직접적인 경쟁이 증가하고 있는 중국이 '중국 제조 2025 전략'을 수립하고 이를 통해 중국 제조업체들이 직접 수준 높은 제품을 설계, 제조할 수 있는 역량을 향상시키고 있어 많은 제조 산업 분야에서의 한국의 상대적인 산업경쟁력이 약화되고 있으며, 일부 산업에서는 생존의 문제로 대두되고 있다. 또한 국내에서도 주당 근로시간이 68시간에서 52시간으로 단축되는 법안이 발효되어 대기업에는 이미 적용되고 있는 등 급격한 사회·정책적 외부 환경 변화가 발생하고 있어 공장에서의 생산 활동에서도 스마트하게 변혁하지 않으면 제조업체들은 생존에 직접 위협을 받을 수도 있는 상황에 처할 수도 있는 것이 현실이다.

2014년부터 정부 주도로 스마트 공장의 확산을 추진한 이래 2017년까지 5,003개의 업체에 스마트 공장을 보급하는 등 가시적인 성과도 있었으나, 아직 목표 보급 기업수를 달성하는 양적인 보급 중심의 정책의 지속적 전개에 따른 문제점과 함께 초기 투자비용, 전문 인력 확보, 사후관리 비용, 가시적 성과확신 부족, 내부 직원들 저항 등의 보급을 지연시키는 문제점들도 여러 조사에서 나타나고 있다. 정부 주도로 진행하고 있는 보급사업 확산의 장애를 극복하기 위하여 정부에서는 이러한 문제점들을 파악하고 다양한 새로운 지원 정책으로 확대 중에 있으나 아직 산업 현장에서 여러 가지 문제점들을 제

기하고 있는 것이 현실이다.

스마트 공장의 수용이나 확산 정책 연구를 위해 주기적으로 실태나 의식조사를 위한 설문조사는 각종 단체를 통하여 이루어지고 있으나, 스마트 공장의 보급 확대를 저해하는 요인 찾고 이의 개선을 제안하는 스마트 공장의 수용과 관련된 연구는 부족하여 스마트 공장 보급의 장애 요인을 개선하여 보급을 활성화하는 방향 제안은 많지 않다. 특히 이와 관련된 학문적 실증연구는 잘 이루어지지 못하고 있다. 최영환, 최상현(2017), 이태진, 김영준(2017)등 일부 연구자들이 스마트 공장에 대한 실증 연구를 진행 또는 진행 중에 있으나, 진행된 실증 조사도 조사 대상 모집단이 실제 제조업체 담당자로 접근이 어려워 제한된 경로로 제한된 수의 샘플로 연구가 진행되었으며, 진행된 연구의 모델도 스마트 공장의 전반적인 변수에 대한 연구가 아닌 일부 독립변수를 조합하여 진행되는 등 보완해야 하는 면들이 나타나고 있다.

본 연구에서는 여러 선행 연구에서 이미 많이 검증이 되어온 신기술 수용 모델 중 조직 대상의 TOE(Technology, Organization, Environment) 프레임워크와 IS(Information System) 성공모델을 중심으로 여러 가지의 신기술 수용을 설명하는 모델에서 스마트 공장을 대변하는 요인들을 추가하여 연구모델로 구성하였다. 본 연구의 목적은 이 연구모델에 대한 구체적인 실증조사를 통해서 제조업 현장의 담당자들이 스마트 공장 수용에 대해서 어떻게 생각하고 있는지, 성과에 대해 어떻게 생각하고 있는지를 파악하고, 이를 바탕으로 스마트 공장 확산을 위한 요인에 대한 실증적 통계적 분석을 통하여 스마트 공장 수용확산을 위한 실증적 제안을 함으로서 스마트 공장 수용을 검토하는 중소 제조 기업에 효율적 수용방안 제안과 함께 스마트 공장 확산 정책을 수립하고 실행하는 관련 정부와 단체들에게도 정책적 제안을 하려는 데에 있다.

제 2 절 연구의 방법 및 구성

본 논문은 1장에서 5장까지 5개의 부분으로 구성되어 있으며, 구성과 절차는 [그림 1-1]과 같다.

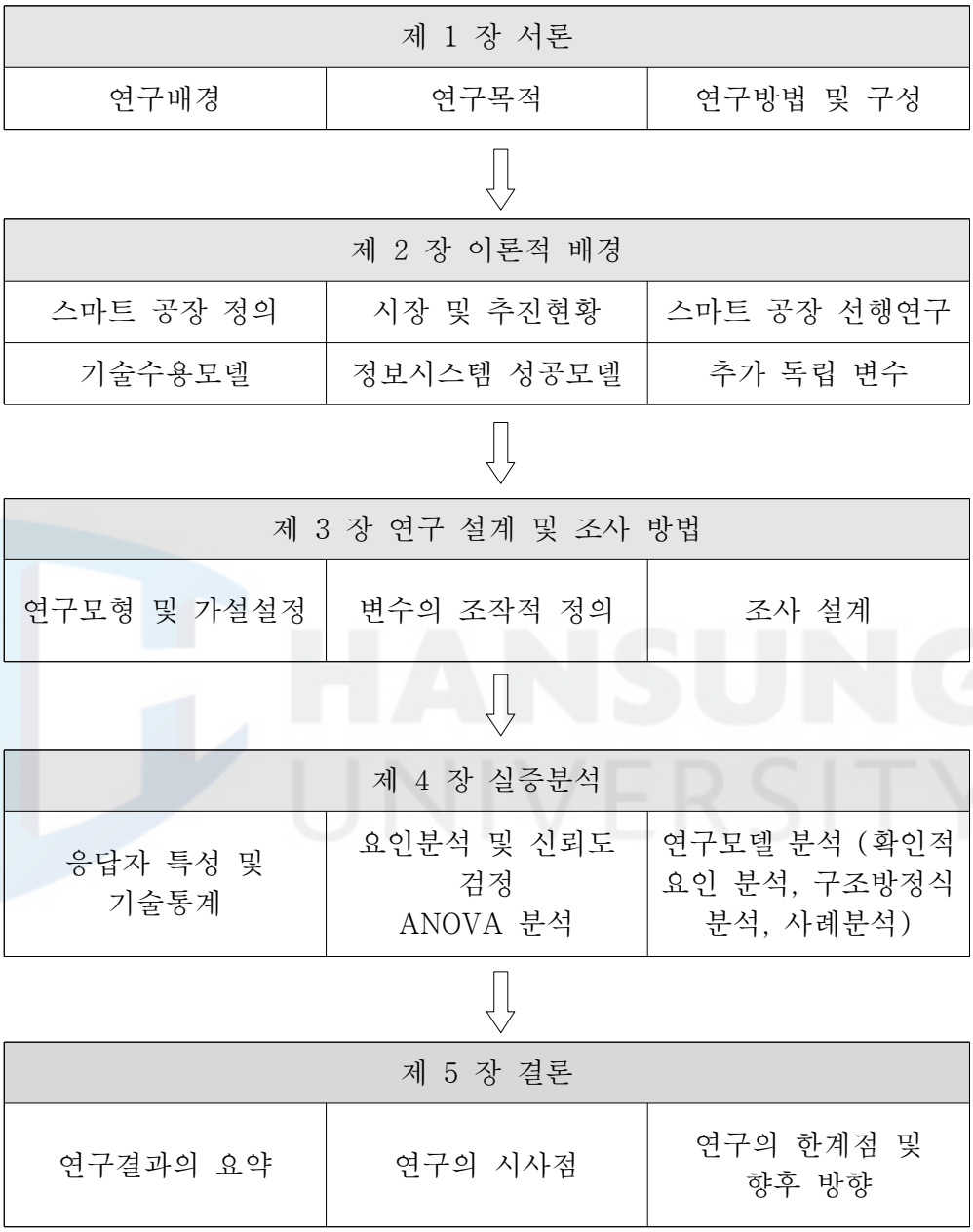
제 1 장 서론에서는 본 연구의 연구 주제가 설정된 배경과 연구 진행 목적을 기술하고 연구의 방법과 논문의 구성을 제시하였다.

제 2 장 이론적 배경에서는 연구의 주제 및 주제와 직접적인 관련이 있는 분야에 대한 이전 연구들을 고찰하였다. 우선 스마트 공장에 대한 정의와 정부주도의 스마트 공장 추진현황, 스마트 공장 컨설팅 지원 및 시장 현황에 대해 살펴보고, TOE(Technology-Organization-Environment) 프레임워크를 중심으로 기술 수용모델에 대해 고찰하였다.

제 3 장 연구 설계 및 조사 방법에서는 선행연구들의 고찰을 통해 연구 모형을 구성하고 이 연구 모형에 대한 각 변수의 조작적 정의와 개념을 기술하고 가설을 설정하였으며, 측정도구인 설문지의 개발내용을 기술하였다.

제 4 장 실증 분석에서는 연구조사 설계와 가설 검정에 대해 기술하였다. SPSS를 활용하여 표본 구성과 특성을 분석하고, 탐색적 요인분석, 신뢰도와 상관 분석으로 연구모델의 적정성을 검토하였으며, AMOS를 활용한 구조 방정식을 통하여 가설을 검정하였다. 그리고 ANOVA분석을 통한 요인변수들의 차이와 다중 집단 분석을 통한 집단 간 차이를 분석하였으며. 실증 분석결과와 관련된 사례분석을 실시함으로서 실증적 분석의 결과를 정성적 검증을 통하여 재확인하였다.

제 5 장 결론에서는 본 연구 결과에 따른 결론과 시사점을 기술하고, 연구의 기여도와 한계점을 정리하여 이후 연구자에게 향후 연구의 방향성을 제시하였다.



[그림 1-1] 연구의 구성 및 수행 절차

제 2 장 이론적 배경

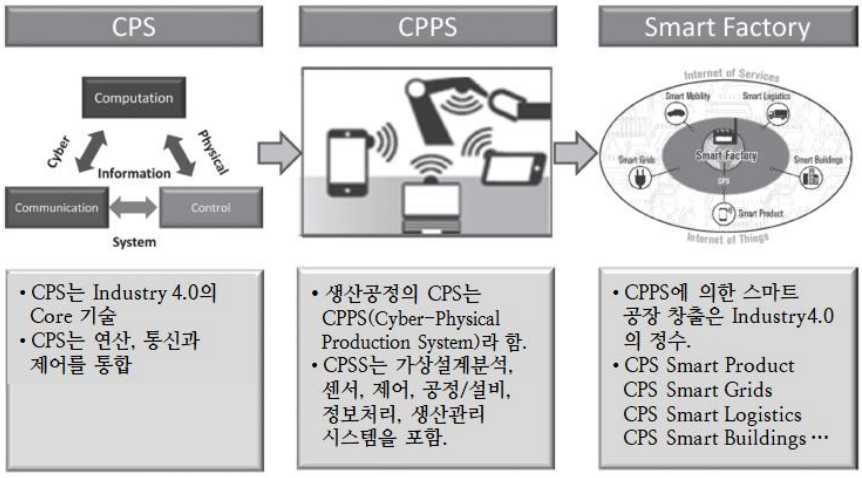
제 1 절 스마트 공장

1) 스마트 공장 개요

독일에서 시작된 Industry 4.0이 전 세계, 산업전반으로 확산되어 가고 있어 제조업체들은 반드시 구현해야 하는 기술로 인식되어 지고 있다. 이를 실현하는 핵심 요소인 스마트 공장도 정부 정책적 지원과 기업들 자체적인 필요성에 따른 투자에 따라 폭넓게 보급되어 가고 있다. 그러나 스마트 공장의 최종적인 개념적 모습은 많이 알려지고 있으나 이 혁신을 시작한 독일에서조차 2035년 최종 완성을 목표로 로드맵을 수립(Industry 4.0 실천전략, 2015)하고 추진하는 등 아직 스마트 공장의 최종 단계로 도달한 기업도 없으며, 각 기업이 각자 도달하고자 하는 스마트 공장의 목표도 수용하는 기업의 환경에 따라 다르고, 스마트 공장을 수용을 추진하는 기업들의 수준 차이의 폭도 커서 스마트 공장에 정의와 범위는 아직 기업이나 단체 그리고 연구자가 보는 입장, 처한 상황에 따라 다양하게 표현되고 있다(최영환, 최상현, 2017).

Industry 4.0의 핵심이며, 스마트 이동성, 스마트 물류, 스마트 빌딩 및 스마트 그리드와 인터페이스를 하는 스마트 공장의 모습은 산업 생산 기계가 더 이상 자동화 등을 통해 단순히 제품을 생산하는 것을 의미하지 않으며, 제품이 기계와 통신하여 정확하게 기계가 무엇을 해야 하는지를 알리는 것을 포함하고 있어 [그림 2-1]과 같은 모습(Liu Po-Li, 2017; Acatech, 2013)으로 표현될 수 있다. 또한, 미래 스마트 인프라의 중요한 요소인 스마트 공장이 "중앙 집중화"에서 "분산화"로 패러다임이 변화되어 가면서 불필요한 노동 및 자원 낭비를 줄여가는 제조 최적화로 이어지고 있으며, 컨텍스트(상황) 인식을 하여 사람과 기계가 작업을 수행하는 것을 지원하는 공장으로 나아가고

있는 것을 알 수 있다.



[그림 2-1] Industry 4.0 비전

스마트 공장을 수용하는 목적은 [표 2-1]처럼 수요고객들의 경영환경에 따라 수용 업체의 처한 상황에 따라 다양하다. 품질향상, Cost절감, 생산성 향상, 제품화·양산화 기간 단축, 인재 부족·육성 대응, 새로운 부가가치의 제공·제공가치의 향상, 기타 위기관리 강화 등이 주요 수용 목적으로 이해될 수 있다.

[표 2-1] 스마트 공장의 수용목적과 목적 달성 후 모습

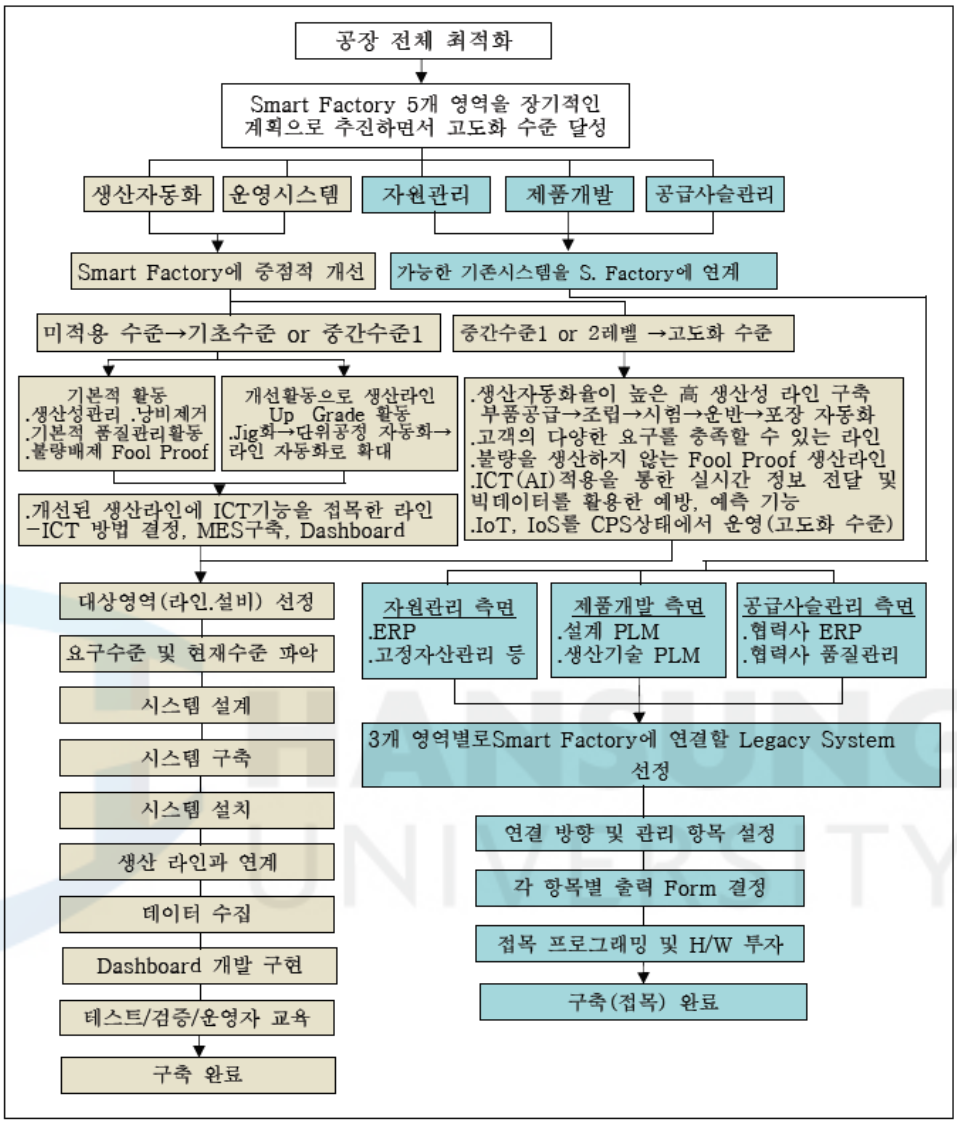
스마트화의 목적		스마트화의 수단 및 스마트화 후의 모습
품질향상	불량률 저감	사람의 작업내용(작업순서, 작업결과 등)을 확인하고 저감시키는 것으로 불량률을 최소화함
	품질안정화/ 불규칙성 저감	설비의 가공조건· 설정치를 최적화하여 가공오차를 최소화하고, 설비의 가공성능을 최대화함
		각 작업자의 작업상황(작업 동선, 작업시간, 작업 내용 등)을 개선, 균일화함으로써 작업의 차이를 최소화함

	설계품질 향상	제품의 가동상황 등의 데이터와 설계 데이터를 연관 분석하고, 설계 규격/생산방법을 수정·개선함으로써 제품 품질과 신뢰성을 향상시킴
Cost절감	재료사용량 삭감	과거의 설계 사례와 구조 해석 시뮬레이션 등을 통한 제품 설계최적화로 재료 사용량을 최소화함.
	생산 자원 절감	생산 계획을 수정·최적화하여 투입하는 인력(공수), 재료, 에너지를 최소화함.
	재고 저감	수주, 생산, 출하 데이터를 연동시켜 생산 관리를 최적화하여 재고를 최소화함.
	시설관리, 상황파악의 간소화	여러 설비의 감시·점검을 통합·원격 관리함으로써 감시·점검 관리 공수를 최소화함.
생산성 향상	설비, 인력 가동률 향상	생산 라인 전체 설비의 가동 계획, 작업자의 작업 계획을 수정·최적화함으로써 설비·작업자의 비 가동 시간을 최소화함.
	작업자의 작업 효율화, 작업 감소·부담 경감	HMI (모바일 단말기, 스마트 글라스 등)·RFID 등을 활용하여 정보의 입력·표시·판단을 단시간화하고 작업 프로세스를 최적화함.
		작업자와 협조하여 작업을 수행하는 스마트 로봇을 수용하여 작업자의 작업효율을 향상시킴.
	설비 고장에 따른 가동 중단 감소	설비 고장의 징후를 나타내는 요인을 찾아내고, 고장시기 예측·미연 방지로 고장의 발생 빈도를 최소화하여 가동 중지 시간을 최소화 함.
		설비의 고장이 발생했을 때 작업자에 즉시 알려는 것과 동시에, 원인 규명·대책 검토를 지원하고 조기 복구하여 가동정지시간을 최소화함.
제품화·양산화 기간 단축	제품 개발·설계의 자동화	과거 설계 사례를 학습하고, 구조설계 등의 제품설계에 활용하여 제품 개발·설계 기간을 단축함.
	규격변경 대응 신속화	개발, 설계, 생산 공정 데이터를 연동시켜 설계 변경을 일괄적으로 반영하여 설계변경 대응시간을 최소화 함
	생산Line의 설계·구축의 단축화	사이버 상에 생산 라인을 설계하고 최적화 한 후 실제 생산 현장에 구현함으로써, 구축 시 시행착오를 줄이고 생산 라인 구축 기간을 단축함.
인재부족·육성 대응	다양한 인재의 활용	보조 장치 등을 활용하여 작업 숙련도, 지식, 신체 능력, 언어 등이 다른 다양한 인재를 활용 함.

	기능의 계승	숙련 기능자의 수작업·지식을 데이터화하여 타작업자 대비 우수한 점을 기술노하우로 명확히 하고 국내외 거점 공유 및 스마트 로봇에 학습시킴
새로운 부가가치의 제공·제공가치의 향상	다양한Needs 대응력 향상	설비·작업자에 대한 작업 지시·부품 공급 및 순서 변경 계획 수립을 자동화·최적화함으로써 개별 요구에 맞추어 다품종의 제품을 유연하게 생산함.
		수주, 생산, 물류의 데이터를 연동시켜 전체 공급망을 최적화함으로써 고객의 요구에 맞추어 주문형 제품·서비스를 제공함.
	제공 가능한 가공기술의 확대	다른 가공 기술을 보유한 기업 간의 네트워크를 구축하고 중앙 관리하여 공동 수주 생산 체제를 구축하고 다양한 가공 기술을 제공함.
	새로운 제품·서비스의 제공	제품과 연결하여 사용 데이터를 수집·분석하여 숨겨진 요구를 파악하고 그 요구를 실현하는 제품·기능·서비스를 선행해서 기획·제안 함.
		제품에 내장된 센서에 의해 얻어진 데이터 제품의 제어 데이터를 활용하여 제품에 관련된 새로운 서비스·사후 서비스를 제공 함.
	제품 성능· 기능의 향상	제품과 연결하여 데이터를 수집하고 사용 상황에 따라 제품의 제어 설정을 최적화하여 제품의 성능을 극대화·맞춤화함.
		제품과 연결하여 SW를 원격 업데이트하여 제품에 새로운 기능을 추가함.
기타	Risk 관리 강화	생산 단계부터 RFID를 탑재하여 가공·조립·검사·출하 데이터를 축적하여 제품 개체마다의 품질 증명을 실현함과 동시에 장애가 발생할 때 원인 파악을 조기화, 영향 범위를 최소화 함.

출처) 스마트 공장 로드맵 (일본 경제산업성 중부경제산업국, 2017.5)

또한 한국의 대표적 스마트 공장을 구축한 L사의 스마트 공장 구축 영역 및 추진 절차의 실제 사례인 [그림 2-2]를 보면 전체 공장의 최적화를 위한 실제적인 스마트 공장의 범위와 추진 프로세스를 구체적으로 볼 수 있다.



[그림 2-2] 스마트 공장 구축 영역 및 절차 (진성옥, 2018)

L사는 생산자동화와 운영시스템의 2개영역에서는 수준 향상을 위한 단계적 작업을 전개해 나가는 프로세스를, 자원관리, 제품개발, 공급사슬관리의 3개영역은 각기 솔루션의 설치와 함께 연계· 연결성, 통합의 관점에서 준비를 해 나아가는 것을 볼 수 있다.

2) 스마트 공장 정의

Industry 4.0 산업플랫폼의 핵심 인프라스트럭처의 요소(Kagermann et al., 2013)인 스마트 공장에 대해서 많은 연구자들이 사업목적을 포괄하는 개념적으로 또는 스마트 공장을 구현하는 기술·제품(방법)적 등으로 정의를 내리고 있다.

가) Industry4.0 핵심요소로서의 정의

Industry4.0의 관점에서 스마트 공장의 역할과 기술적 구현을 포괄하는 정의도 내려지고 있다. Industry4.0의 4가지 핵심 컴포넌트는 CPS, IoT, IoS[1]와 스마트 공장인데 이중 외부환경 변화(고객주문, 설비고장 등)에 공장 내 기기들이 즉각 반응하여 자율적으로 최적솔루션을 제안하는 사이버물리시스템(Cyber Physical System, CPS) 기반의 지능형 생산 공장(미래 창조과학부)이 스마트 공장이다. 또한 M2M(Machine to Machine)과 스마트 제품은 독립적인 부분이 아니라 M2M은 IoT를 가능하게 하는 중요 요소로, 스마트 제품은 CPS의 하위 컴포넌트(Greengard, 2015)의 위치로 구성된다.
동일한 관점에서 스마트 공장은 스마트 제품, 절차 및 프로세스에 중점을 두는 Industry 4.0의 핵심 요소로 생산현장에서 빠르게 증가하는 복잡성 대응력과 효율성을 지원하며 사람, 기계, 운반 및 저장 시스템은 물론 모든 생산 시설 간에 직접 통신(Magdalena GABRIEL & Ernst PESSL., 2016)을 하도록 구축되어 있는 공장이라고 정의될 수 있다. 이와 같이 스마트 공장은 스마트 사물 인터넷 기술을 기반으로 모든 프로세스가 유기적으로 연결되어 지능적으로 운영되는 공장을 말한다.

나) 목적 중심의 개념적 정의

먼저 사업·목적별적인 개념적 정의를 살펴보면, 스마트 공장은 ICT와 제조

1) CPS : Cyber Physical System, IoT : Internet of Thing, IoS : Internet of Solution.

기술의 융합과 제조 공정의 통합을 통해 생산성 향상과 에너지 절약을 하여 수익성 증대를 추구하는 공장으로 단순히 공장 자동화가 아니고 전 제조 과정을 통합하는 과정(진희승, 2018)이라고 할 수 있다. 즉 스마트 공장은 높은 수준의 품질 유지를 하면서 생산 능력, 제품 디자인을 실시간으로 신속히 고객 요구에 대응(Koren, 2010)하는 공장으로 진보된 제조역량과 디지털 기술을 통합하여 생산제품의 개발, 제조 및 배송 방법을 근본적으로 바꾸어 고객 전용화 제품을 더 빠르게, 낮은 가격으로, 더 좋게(미국 국립표준 기술연구회) 생산하면서, 동시에 저 배출 및 저 공해 제조를 가능하게 하여 작업자 안전을 향상시키고 환경을 보호 하는 공장(NIST, 2015)을 말한다.

Agnieszka Radziwon et al.(2014) 또한 스마트 공장은 복잡성이 증가하며, 역동적이고 빠르게 변화하는 사업 환경 하에서 생산 설비에서 발생하는 문제를 해결할 수 있는 유연하고 적응 가능한 생산 프로세스를 제공하는 제조 솔루션. 소프트웨어, 하드웨어 및/또는 기계의 조합으로 이해되는 자동화와 관련 될 수 있으며, 이는 불필요한 노동 및 자원 낭비를 줄이는 제조 최적화로 이어질 것이라고 하였다.

한국 정부에서는 스마트 공장 확산을 위하여 한국표준(KS)으로 스마트 공장을 규정하고 있는데 “전통 제조 산업에 ICT를 결합하여 제품의 기획, 설계, 생산, 유통, 판매 등 전 과정을 ICT기술로 통합, 최소비용, 시간으로 고객 맞춤형 제품 생산을 지향하는 공장(민관합동 스마트 공장 추진단, 2015, 한국표준화협회)으로 생산성 향상, 에너지 절감, 인간 중심의 작업 환경이 구현되고 개인 맞춤형 제조, 융합 등 새로운 제조 환경에 능동적 대응이 가능협의의 의미로 제품의 기획·설계, 생산, 유통에서 판매까지 비즈니스 프로세스의 정보화 및 생산 시스템의 자동화를 실현하는 공장(한국표준 KS X 9001-1,2, 2016)”이라고 제정하고 있다.

즉, 스마트 공장의 사업 목적을 중심으로 정의된 선행연구들의 대부분이 지적하는 의미는 “고객의 요구에 신속히 대응하면서 자원 낭비를 줄이고 최소한의 비용으로 빠르게 더 좋은 제품을 생산하는 공장”으로 이 의미가 스마트 공장을 정의하고 있다고 할 수 있다.

다) 구현 관점의 기술·제품적 정의

연구자들은 또한 스마트 공장의 구축을 실현·구현하는 다양한 기술적·제품(방법)적 정의를 내리고 있는데 대부분 현장과 IT간, IT와 IT간의 연결과 통합, 그리고 자율화를 강조하는 정의가 주류를 이루고 있다.

공장의 생산설비(시스템)를 기반으로 한 수직적 통합과 고객의 요구사항을 시작으로 하는 제품개발 가치사슬 기반 수평적 통합이 구현되는 공장. 즉, 연결과 통합이 스마트공장이라고 할 수 있다(조용주, 2016). 또한 스마트 공장은 제조 명령에 따라 최적화된 공정 과정을 스스로 설계하여 생산할 수 있는 공장(Shiyong Wang et al., 2016)으로 산업기기부터 생산프로세스까지 네트워크로 연결되어 정보를 교환함으로써 사람 없이도 기계 스스로 생산, 통제, 수리가 가능한 공장이라고 할 수 있다. 즉 생산기계에 각종 센서를 연결함으로써 모든 기계의 실시간 모니터링이 가능하며, 제품생산의 전 과정에서 어떠한 낭비도 없는 '제조 최적화'를 달성하는 공장(권준화, 2016)을 말한다. Kopacek(2015)는 "연결 관점에서 자원, 재료 및 시스템 제어를 연결함으로써 실시간 의사 결정의 질을 높이며 상호 자율적 제어를 할 수 있는 전체 가치사슬을 따라 지능형 네트워크를 구축하는 것" 이라고 정의하였다. 스마트 공장은 공장 내 제조 가치사슬의 모든 구성 요소들이 실시간으로 수직적/수평적인 통합되어, 통신하면서 협업을 이루어 내는 하나의 공장 시스템으로 디지털화되고 통합된 프로세스들을 기반으로 하여 제조 가치사슬 내의 모든 엔티티간에 상호 데이터 통신을 함에 따라 구축할 수 있다고 설명할 수 있다.

이와 같이 핵심 단어로 정의된 연결, 통합 토대를 활용하여 공장을 스마트화 하는 방안을 구체화하는 정의도 내려지고 있다.

즉 통신으로 데이터 간의 연결이 이루어지면 1차적으로 가시성을 확보하는 것이 가능하다. 이후 단계로 생산 공정 자율화, 유연화를 목표로 자동화 시스템을 통합한 후에 통합된 자동화를 기반으로 시스템 엔티티로부터 수집된 정보의 분석을 통해 가치 사슬 전체의 생산성과 효율성을 향상시킴으로서 궁극

적으로는 대상 시스템의 지능화를 추구하는 것(Lasi, Fettke, Feld, & Hoffmann, 2015)이 스마트 공장이라고 말할 수 있다. 또한 Dominik Lucke et al,(2008)은 스마트 공장을 상황(컨텍스트)기반의 도구로 인식하고 스마트 공장이 사람과 기계가 작업을 수행하는 상황을 인식하고 지원하는 공장이라고 정의하였는데 여기서 상황 인식은 시스템이 도구 위치 및 작업 상태(작업, 손상된 상태 등)와 같은 공장 객체의 위치 및 상태를 상황 정보로 사용할 수 있음을 의미한다고 하였다.

스마트 공장은 IoT를 활용하여 센서, 액추에이터, 디스플레이 및 컴퓨터 요소가 밀접하게 결합된 물리적 세계가 네트워크에 의해 무형적으로 서로 연결되어 있는 공장(Weiser M., 1991)의 모든 것(Factory-of-things)으로 나아가는 공장인데 여기에서의 IoT는 물리적 개체간의 스마트한 연결뿐만 아니라 디지털 공장에서 사용 되는 다른 정보와 IT Tool과의 상호작용을 포함한다.

데이터와 정보는 여러 가지 IT시스템, 다른 도메인, 관점, 적합의 수준, 잠재적으로 발생하는 라이프 사이클 모든 면에서 수집(Navid Shariatzadeh et al., 2016)된다고 하였다. 추가적으로 T. Stock and G. Seliger(2016)는 가장 상위 집계 수준에서의 가치 창출 모듈인 스마트 공장은 제조 라인, 제조 셀 또는 제조 스테이션과 같은 하위 집계 레벨의 다양한 가치 창출 모듈까지 포함한다고 하였으며, Lee jay(2013)는 스마트 센서 및 감지, 컴퓨팅 및 예측 분석, 탄력적인 제어 기술로 구성된 최신 IoT 및 산업용 인터넷 기술을 사용하여 다양한 규모의 제조에 적용되는 접근 방식이라고 하였다.

라) 기존의 공장자동화와 스마트 공장의 차이 정의

공장에서 자동화는 기계화된 생산 공정에 전자, 제어기술을 활용하여 미리 작성된 프로그램을 입력시켜 사람이 없어도 전체 혹은 일부 공정을 스스로 즉, 자동으로 진행시키는 것을 말한다. 공장 자동화의 정의는 국가마다 관점이나 산업 환경에 따라 각각 달리 표현되고 있으며, 용어의 정의도 다르게 인식되어지고 있다(고광환, 1992). 예를 들면, 일본에서는 공장자동화를 기계나

기기 자체에 중심을 둔 하드웨어 측면으로, 미국에서는 자동화된 공장 또는 컴퓨터 통합생산으로 하드웨어보다는 운영기술을 중시하는 소프트웨어의 측면으로 보고 있다(한국생산성본부, 1994). 즉, 기존의 공장자동화는 제품의 설계에서부터 제조, 출하에 이르는 공장의 모든 공정(process)을 자동화하면서, 최종적으로는 공장의 무인화를 의도로 하는 생산성 향상 및 품질 향상, 에너지 절감 등을 목표로 하고 있고, 구체적으로는 컴퓨터 이용 설계(CAD) 및 컴퓨터 이용 제조(CAM), 해석 시스템, 생산 관리 시스템, 유연 생산 시스템(FMS) 등을 유기적으로 조합시킨 것이라고 볼 수 있다.

이에 반해 스마트 공장은 공장 내 제조 가치사슬의 모든 구성 요소들이 실시간으로 수직/수평적 통합, 통신, 그리고 협업을 이루는 하나의 공장 시스템(Lasi, Fettke, Feld, & Hoffmann, 2015; Lee, 2015)이다. 스마트 공장 구축을 위해서는 디지털화되고 통합된 프로세스들을 기반으로 제조 가치사슬 내의 모든 자산간 상호 데이터 커뮤니케이션을 통해 가시성을 확보하여야 하며, 생산 공정 자율화, 유연화를 목표하는 통합형 자동화가 선행이 되어야한다, 통합된 자동화를 기반으로 모든 시스템 자산으로 부터 수집된 정보의 분석을 통해 가치사슬 전체의 생산성과 효율성을 향상시켜, 궁극적으로는 대상 시스템의 지능화, 자율화를 추구하는 것으로 이러한 것은 IoT, Big Data, Deep Learning 인공지능 등의 ICT 기술과 로봇, 장비 자동화 등의 공장자동화 기술의 접목을 통해 가능하게 된다.

스마트 공장은 디지털화를 통한 통합, 유연한 구조 사용, 전략(시나리오) 및 인공 지능(스마트 솔루션)의 세 가지 방법을 사용하여 개발된 결과로서, 자원, 재료 및 시스템 제어를 연결함으로써 실시간으로 의사 결정의 질을 높이고 서로를 자율적으로 제어 할 수 있는 지능형 네트워크를 전체 가치 사슬을 따라 구축 할 수 있게 하는(Kopacek, 2015) 공장 자동화를 포함하는 더 큰 개념으로 생산성 향상, 에너지 절감, 인간중심의 작업환경이 구현되고, 개인맞춤형 제조, 융합 등 새로운 제조환경에 능동적 대응하는 것이 목적이다.

선행연구에 나타난 공장자동화와 스마트 공장의 차이점을 [표 2-2]에 요약정리하였다.

[표 2-2] 공장자동화와 스마트 공장의 차이

구분	공장 자동화(Factory Automation)	스마트 공장(Smart Factory)
목적/편익	공정을 자동화하여 인력투입을 줄이고 더 많은 균일 품질의 제품을 생산함.	공장 가치사슬 통합하여 불필요한 자원 투입을 감소시키고, 다양한 고객 요구에 신속히 대응
추구하는 철학	(기존에 알고 있는) 방법 내에서 최대의 결과(빠른 생산, 균일품질)	데이터를 기반으로 새로운 방법을 찾아, 적용하여 최상의 결과 추구
선행 조건	공정/부품 표준화	통합형 공장자동화
성과 예측	예측 가능한 투입 및 성과	불투명한 투입 및 성과(특히 성과) 새로운 방법의 구체적 예측 난이
적합 생산 체제	(소품종) 대량생산	다품종 소량 생산(최종적으로 개인 맞춤형 제품 대응)
필요 기술	제어, 네트워크, 로봇, 컴퓨터 통합	빅데이터, 클라우드, 인공지능 등
구현 모습	자동화 생산라인	데이터/이슈의 가시화, 실시간 연동 통합되어 있는 자율 대응 체제
최종이미지	무인화 공장	자율적(Autonomous) 지능화 공장

주) 연구자가 선행연구 내용을 정리

마) 스마트 공장 정의의 종합 정리

이처럼 스마트 공장의 정의에는 스마트 공장이 추구하는 편익과 목적, 기술 특성, 적용되는 제품/솔루션 범위가 다양하게 포함되어 있으나 전체적인 방향성과 목적에 대한 인식은 연결, 통합, 최적화 등의 중심단어로 동일한 것으로 보인다. 스마트 공장 정의를 위한 개념 도출을 위해 각 항목별로 기술된 주요 요소를 [표 2-3]에 요약하였다.

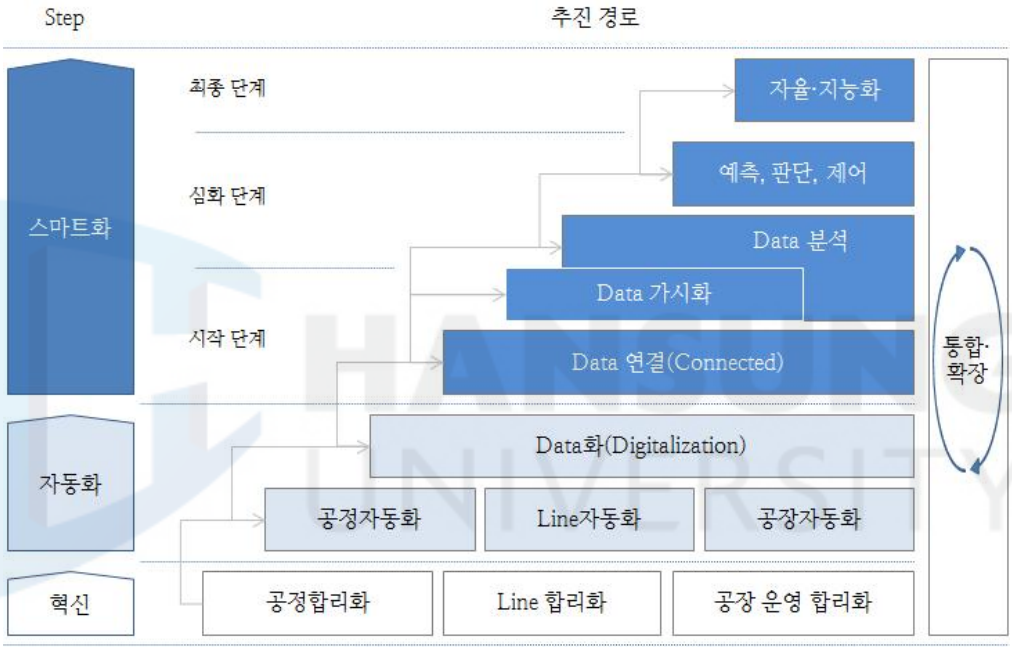
[표 2-3] 스마트 공장의 주요 특징

구분	항목
목적/편익	복잡해지고 다양해지는 고객의 요구에 신속한 개인 맞춤형 대응
	가치사슬 전체의 불필요한 자원 감소, 효율성 및 생산성의 향상
	제조의 4M1E(Method, Machine, Men, Material, Environment)를 지능화 하는 것
	높은 품질 유지하면서 생산능력, 제품디자인을 고객요구에 신속히 대응
기술특성	공장 가치 사슬의 모든 구성요소들이 실시간으로 수직, 수평적으로 통합되어 협업을 이루어 냄
	작업 상황을 인식하고 자율적으로 사람과 기계작업을 지원
	제조 명령에 따라 스스로 최적화된 공정 과정을 설계하고 생산
	물리적 개체간의 스마트한 연결과 IT Tool간의 상호 작용 으로 공장의 모든 것(Factory-of-things)으로 향하는 방법
제품/솔루션 범위	현장 자동화, 공장운영, 공급망 관리, 제품 개발, 기업자원관리
	현장기계, 운용 소프트웨어, 하드웨어의 조합
	센서, 제어기술, 컴퓨팅, 예측분석 → 빅데이터, 클라우드, 인공지능
	최종적으로 사이버 물리 시스템(CPS:Cyber Physical System) 구축

주) 연구자가 선행연구 내용을 정리

이상의 내용에 기반을 두고 스마트 공장에 대해 주요 요소를 포함하는 일반적인 정의를 내리면 스마트 공장은 “모든 설비와 전체 가치 사슬이 제조 IT와 연결 및 통합되어 자율적으로 제조 공정이 운영되는 공장으로 고객의 요구에 실시간으로 대응하며 최대의 생산성을 내는 공장”으로 정의할 수 있으나, 스마트 공장 완성을 위해서는 현장의 프로세스 혁신부터 시작하여 자동화, 디지털화, 가시화, 자율화에 이르기까지 장기간에 걸친 투자와 연구가 필요하므로 이러한 활동들을 최종적인 스마트 공장을 실현하기 위한 거쳐야만

하는 단계로 평가하여 본 연구에서는 [그림 2-3]와 같이 “기존 현장(자동화 설비)의 데이터를 정보화 기술로 상위와 연결하는 것을 목적으로 자동화 설비 또는 장치를 설치하는 것을 시작 단계로 설정하고, 이를 포함하여 최종적으로 자율형 사이버 물리시스템(CPS)구축까지의 고도화 하는 모든 진행 과정”을 스마트 공장의 범위에 포함(스마트 공장 추진단)되는 것으로 하고 연구를 수행하였다.



[그림 2-3] 스마트 공장 범위 및 추진 단계 이미지
(조정철(2018) 등의 자료를 바탕으로 연구자가 재정리)

[표 2-4]에 지금까지 소개한 선행연구에서의 스마트 공장에 대한 다양한 정의를 요약하였다.

[표 2-4] 스마트 공장에 대한 정의

연구자	연도	스마트 공장 정의
Weiser M.	1991	센서, 액추에이터, 디스플레이 및 컴퓨터 요소가 밀접하게 무형적으로 결합된 물리적 세계를 의미. 이들은 네트워크에 의해 서로 연결되어 있음
Dominik Lucke et al	2008	슈투트가르트 대학에서는 스마트 공장을 상황(컨텍스트)기반의 도구로, 사람과 기계가 작업을 수행하는 상황을 인식하고 지원하는 공장이라고 정의. 여기서 상황 인식은 시스템이 도구 위치 및 작업 상태 (작업, 손상된 상태 등)와 같은 공장 객체의 위치 및 상태를 상황 정보로 사용할 수 있음을 의미
Koren	2010	높은 수준의 품질 유지를 하면서 생산 능력, 제품 디자인을 신속히 고객 요구에 대응하는 공장
미국 스마트 제조 선도기업 현황(SMLC)	2012	신제품을 빠르게 생산할 수 있는 선도적인 지능시스템이 연계된 어플리케이션
Kagermann et al.	2013	Industry 4.0같은 새로운 산업플랫폼의 핵심 인프라스트럭처의 요소
Lee Jay	2013	스마트 센서 및 감지, 컴퓨팅 및 예측 분석, 탄력적인 제어 기술로 구성된 최신 IoT 및 산업용 인터넷 기술을 사용하여 다양한 규모의 제조에 적용되는 접근 방식. 이러한 기술은 정보를 획득, 전송, 해석 및 분석하고 의도한 대로 제조 공정을 제어하기 위해 함께 결합되어야 함.
Forschungsunion	2013	Industry 4.0의 핵심은 사이버 물리시스템(Cyber Physical System)기반의 스마트 공장 구축에 있음.
Agnieszka Radziwon et al.	2014	스마트 공장은 복잡성이 증가하는 세계에서 역동적이고 빠르게 변화하는 경계 조건을 가진 생산 설비에서 발생하는 문제를 해결할 수 있는 유연하고 적응 가능한 생산 프로세스를 제공하는 제조 솔루션. 소프트웨어, 하드웨어 및 / 또는 기계의 조합으로 이해되는 자동화와 관련 될 수 있으며,

		이는 불필요한 노동 및 자원 낭비를 줄이는 제조 최적화로 이어질 것임.
Kopacek	2015	디지털화를 통한 통합, 유연한 구조 사용, 전략(시나리오) 및 인공 지능의 방법을 사용(스마트 솔루션)의 세 가지 주요 개발 결과로 자원, 재료 및 시스템 제어를 연결함으로써 실시간 의사 결정의 질을 높이며 상호 자율적 제어를 할 수 있는 전체 가치 사슬을 따라 지능형 네트워크를 구축하는 것이 가능해 짐.
Greengard	2015	Industry 4.0의 4가지 핵심 컴포넌트는 CPS, IoT, IoS와 스마트 공장이며, M2M과 스마트 제품은 독립적인 부분이 아니라 M2M은 IoT를 가능하게 하는 것이며, 스마트 제품은 CPS의 하위 컴포넌트임.
Lasi, Fettke, Feld, & Hoffmann	2015	공장 내 제조 가치사슬의 모든 구성 요소들이 실시간으로 수직적/ 수평적 통합, 통신, 그리고 협업을 이루어 내는 하나의 공장 시스템으로 디지털화되고 통합된 프로세스들을 기반으로 제조 가치사슬 내의 모든 엔티티간 상호 데이터 통신을 통해 공장 내 가시성을 확보하고, 생산 공정 자율화, 유연화를 목표하는 통합형 자동화가 선행되며, 통합된 자동화를 기반으로 시스템 엔티티로부터 수집된 정보의 분석을 통해 밸류 체인 전체의 생산성과 효율성을 향상시켜, 궁극적으로는 대상 시스템의 지능화를 추구하는 것
한국 임베디드 SW시스템 산업 협의회	2015	제조공장의 인적, 물적 자원을 최적화하여 제품의 기획, 제조, 유통 등 전 과정을 통합하고 고객의 요구에 기반 한 제품 생산이 실시간으로 적용되는 공장
한국생산성 본부, 이정철	2015	제품기획·설계, 생산, 유통·판매 등 모든 과정을 ICT기술로 통합하여 최소 비용과 시간으로 고객 맞춤형제품을 생산하는 공장의 운영시스템과 생산정보를 활용한 지능화된 제조 형태로 운영하는 방식
산업연구원(2015).	2015, 2016	산업기기부터 생산과정까지 네트워크로 연결되어 정보를 교환함으로써 사람 없이도 기계스스로 생산, 통제, 수리가 가

권준화(2016)		능한 공장을 의미. 생산기계에 각종센서를 연결함으로써 모든 기계의 실시간 모니터링이 가능하며, 제품생산의 전 과정에서 어떠한 낭비도 없는 '제조최적화'를 달성함.
CRO Forum	2015	스마트 공장은 제품의 발명, 제조 및 배송 방법을 근본적으로 바꾸며, 동시에 저 배출 및 저 공해 제조를 가능하게 하여 작업자 안전을 향상시키고 환경을 보호 하는 공장
산업통상자원부/민관 합동 스마트 공장 추진단	2015	제품의 기획· 설계, 제조· 공정, 유통· 판매 등 전 과정을 IT로 통합하여 최소 비용· 시간으로 고객 맞춤형 제품을 생산하는 지능형 공장. 전통적인 제조 산업에 ICT(정보통신기술)를 결합하여 개별공장의 설비, 공정이 스마트화 할 수 있도록 생산현장으로 연결되고, 모든 생산 정보가 실시간으로 공유, 활용되어 최적화된 생산운영이 가능한 공장으로 공장 간의 협업적인 운영이 유지되는 생산체계라고 정의
미래창조 과학부	2015	외부환경변화(고객주문, 설비고장 등)에 공장 내 기기들이 즉각 반응하여 자율적으로 최적솔루션을 제안하는 사이버물리시스템(CPS) 기반 지능형 생산 공장
미국 국립표준기술위원회(NIST)	2015	고객의 요구에 맞게 공급 망을 통하여 공장에서 실시간으로 변화하는 고객요구와 조건을 만족시켜주는 완전히 통합되고 협동적인 제조시스템으로 진보된 제조역량과 디지털 기술의 통합으로 높은 고객전용화 제품을 더 빠르게, 낮은 가격으로, 더 좋게, 더 적은 에너지로 생산
KS X 9001-1, 2	2016	전통 제조 산업에 ICT를 결합하여 제품의 기획, 설계, 생산, 유통, 판매 등 전 과정을 ICT기술로 통합, 최소비용, 시간으로 고객 맞춤형 제품 생산을 지향하는 공장으로 생산성 향상, 에너지 절감, 인간 중심의 작업 환경이 구현되고 개인 맞춤형 제조, 융합 등 새로운 제조 환경에 능동적 대응이 가능협의의 의미로 제품의 기획·설계, 생산, 유통에서 판매까지 비즈니스 프로세스의 정보화 및 생산 시스템의 자동화를 실현하는 공장
한국표준화	2016	제품의 기획·설계, 생산, 유통·판매 등 전 과정을 정보통신기

협회		술로 통합, 최소 비용·시간으로 고객맞춤형 제품을 생산하는 미래형 공장으로 IoT와 CPS가 핵심기술
Magdalena GABRIEL et al.	2016	스마트 공장은 스마트 제품, 절차 및 프로세스에 중점을 두는 Industry 4.0의 핵심 요소로 생산에서 빠르게 증가하는 복잡성과 효율성을 지원하며, 사람, 기계, 운반 및 저장 시스템은 물론 생산 시설 간에 직접 통신을 함.
T. Stock & G. Seliger	2016	가장 상위 집계 수준에서의 가치 창출 모듈로서 스마트 공장은 제조 라인, 제조 셀 또는 제조 스테이션과 같은 하위 집계 레벨의 다양한 가치 창출 모듈을 포함.
Shiyong Wang et al.	2016	제조 명령에 따라 최적화된 공정 과정을 스스로 설계하여 생산할 수 있는 공장
Navid Shariatzadeh et al.	2016	스마트 공장은 IoT를 활용하여 공장의 모든 것(Factory-of-things)으로 향하는 방법으로 IoT는 물리적 개체간의 스마트한 연결뿐만 아니라 디지털 공장에서 사용 되는 다른 정보와 IT Tool과의 상호작용을 포함하며, Data와 정보는 여러 가지 IT시스템, 다른 도메인, 관점, 적합의 수준, 잠재적으로 발생하는 라이프 사이클 국면에서 수집.
딜로이트, 김승택	2016	Big data와 IoT 시스템이 활용되어 감지(sensor), 제어(control), 수행(actuator)의 3가지 기능이 일체화되어 유기적으로 연계되어 동작하는 공장
한국생산기술연구원, 조용주	2016	공장의 생산설비(시스템)을 기반으로 한 수직적 통합과 고객의 요구사항을 시작으로 하는 제품개발 가치사슬 기반 수평적 통합이 구현되는 공장. 즉, 연결과 통합이 스마트공장
최영환, 최상현	2017	다양한 고객의 비즈니스 요구에 유연하게 대응할 수 있도록 모든 현장의 설비가 정보시스템과 연결되고, 실시간 데이터 정보 수집과 분석을 통하여 설계 기준에 따라 정확하게 제품을 생산하고 납기를 준수하는 동시에 품질향상을 위해 스스로 학습을 통해 공정 개선을 제시하는 제조 환경
Industrial Internet	2017	스마트 공장으로 증가하는 가치는 아래의 3가지 목표 달성을 기반으로 함

Consortium(IIC)		1. 외부, 내부 시스템뿐만 아니라 장비에서도 데이터를 수집 2. 운영/사업 결정에 사용할 수 있는 정보를 도출할 수 있는 데이터를 분석 3. 프로세스 자동화, 시스템 최적화, 사업전략 정보로 부터의 새로운 통찰력을 실행
이현호, 임춘성	2018	제조 가치사슬의 모든 구성 요소들이 실시간으로 수직·수평으로 통합, 통신 그리고 협업을 이루어 내는 하나의 공장시스템. 스마트공장은 생산, 조달, 서비스를 통합관리 하는 것.
소프트웨어 정책연구소, 진희승	2018	스마트공장은 ICT와 제조기술이 융합되어 제조 공정의 통합을 통해 생산성향상과 에너지절약, 그래서 수익성 증대를 추구하는 공장. 단순히 공장 자동화가 아니고 전 제조 과정을 통합하는 과정
Zuehlke	2010	의미론적 서비스(semantic services)를 기반으로 상호 작용하는 스마트 객체(오브젝트)로 구성된 공장의 모든 것(Factory of Things)
독일 인공지능 연구소(DFKI)	2011	스마트 사물 인터넷 기술을 기반으로 모든 프로세스가 유기적으로 연결되어 지능적으로 운영되는 공장. 제조업 같은 전통산업에 IT시스템을 결합하여 생산들을 네트워크화하고 지능형 생산시스템을 갖춘 공장

주) 선행연구 내용을 연구자가 정리

3) 한국 정부주도 스마트 공장 추진현황

한국정부는 2014년 6월부터 당시 산업통상자원부 주관으로 제조업 생태계 혁신과 주력 산업 경쟁력 제고를 위한 스마트 공장 확산을 위해 “제조업 혁신 3.0전략”을 수립하고 계속해서 스마트 공장 확산 정책을 추진하고 있다. 특히 중소·중견 기업들이 4차 산업혁명에 대응할 수 있도록 정책적 지원을 지속적으로 하고 있다. 2015년 5월 스마트 공장 구축·보급 사업 총괄 업무를 진행하는 대한상공회의소 산하의 민관합동 스마트 공장 추진단[2]을 설립하였으며, 2018년부터는 보급 사업이 산자부에서 중소벤처기업부로 이관됨에 따라 중소기업기술정보원 중심으로 보급 사업을 확산시키고 있다. 2022년까지 10인 이상 중소 제조기업 6만7천개의 약 1/3인 2만개 기업에 스마트 공장 보급을 목표로 정책을 전개하여 ‘17년 말까지 기업 수 기준으로 정부지원 3,459개, 민간지원(대기업 출연) 1,508개로 합계 5,003개의 중소기업을 지원하였다. 그러나 지원 규모 기준으로 총 지원금 2,669억 중 정부지원이 79%인 2,104억으로 일회성 지원이 대부분인 정부주도의 사업(대통령직속 4차 산업혁명 위원회 제5차 회의, 2018)이 중심이 되어왔다. 또한 이들 업체에 구축되는 스마트 공장의 수준[3]은 기초단계(76.4%)에 머물러 있으며 중간 1단계 21.5%, 중간 2단계 2.1%로 낮은 수준의 스마트 공장이 보급되고 있다. 공급업체들도 선진국 대비 MES(Manufacturing Executive System; 제조실행 시스템), SCM(Supply Chain Management: 가치사슬 관리)등 소프트웨어 기술은 상대적으로 격차가 적으나 센서, 로봇 등 하드웨어는 해와 선진업체 대비 40%수준으로 격차가 큰 것으로 조사되고 있으며, 스마트 공장 수요 공급 기업 모두 전문 인력 확보에 애로를 겪고 있는 것으로 조사되었다(스마트 제

2) 재단법인 민관합동 스마트 공장추진단은 ‘15년 5월 설립되어 스마트 공장 추진전략 수립, 보급사업 총괄, 표준인증개발 및 운영, 인력 양성 등을 담당하고 있음

3) 스마트 공장 수준 : 기초수준(기초적 ICT를 활용한 정보수집 및 이를 활용한 생산관리 구현), 중간수준1(다양한 ICT를 활용한 설비 정보 자동 획득, 협력사와 고신뢰성 정보를 공유하여 기업운영 자동화 지향, 기초2(협력사와 공급사슬 및 엔지니어링 정보 공유, 제어자동화 기반 공정운영 최적화, 실시간 의사결정), 고도화(사물/서비스/비즈니스/모듈 간 실시간 대화체제 구축, 사이버 공간상에서 비즈니스 실현) (대한상공회의소, 2014)

조혁신 비전 2025, 2017). 이에 따라 정부에서는 스마트 제조혁신을 통한 중소·중견기업들의 경쟁력 강화를 위하여 다양한 보급 및 확산사업을 전개하고 있다. 2018년 공고되어 진행한 또는 진행 중인 스마트 공장 보급 및 확산사업의 내용은 [표 2-5]과 같다. 그러나 정부의 스마트 공장 지원 사업은 단기적 성과중심으로 보다 장기적 관점에서 계획 수립과 사후관리 체계의 구축이 필요하며, 세계적 트렌드에 무조건적으로 따라가기 보다는 현재 상황에 대한 정확한 분석을 통해 적절한 예산 분배와 개선전략 도출을 통한 사업의 재구성이 필요하다는 제안(강정석, 조근태, 2018)을 고려해 봐야 할 시기이다.

[표 2-5] '18년 스마트공장 보급 및 확산사업

사업명		지원내용	지원 금액 (기업당)	모집기간
스마트공장 구축지원		스마트 공장 미 구축의 국내 중소·중견기업 대상으로 솔루션 및 연동설비 구축 지원 1) 현장자동화/공장운영 및 실시간최적화 2) 제품개발 3) 공급사슬관리 최적화 4) 기업자원관리	총사업비의 50% 최대0.5억 (예산 410억)	3월6일~ 예산 소진 시 까지 (추경제외)
생산현장 디지털화	고도화	스마트 공장 기 구축 기업 대상, 스마트공장 고도화 추가 구축·연동 등 지원	최대 1억 (예산122억)	
	글로벌화	스마트 공장 솔루션 구축 지원 및 솔루션 공급 기업에 대한 생산품의 제품화·글로벌화 지원	최대1.8억	
로봇활용 중소제조공정 혁신지원		중소제조기업의 생산 공정에 로봇수용 지원 1) 로봇자동화 공정설계	최대3억 (7개 기업 18억 지원)	3월5일~ 3월28일

	2) 로봇시스템 설치 및 시운전 3) 로봇활용 교육지원		
시범공장 구축지원	스마트공장 수용 희망중소기업이 벤치마킹할 수 있는 시범공장을 기업 거점에 구축	총사업비의 50% 최대3억	5월31일~ 6월20일
스마트공장 수용기업 일관지원	고용을 창출한 스마트공장 수용기업을 대상으로 다양한 정책 지원 사업을 일관방식으로 지원	기업 당 최대75억 지원 (예산923억)	5월2일~ 5월23일
대·중소 상생형 스마트 공장 구축지원 사업	대기업이 중소기업과 협력하여 스마트 공장을 구축 시 구축비용 일부지원	최대0.5억 (예산 80억)	5월31일~ 예산 소진 시까지
클라우드 기반 솔루션개발 사업	중소기업이 공동 활용할 수 있는 클라우드 기반의 스마트 공장 솔루션 구축 중소기업 컨소시엄(수요, 공급기업 포함 5개사 이상)	과제당 최대 1.4억 지원	5월23일~ 6월29일
중소기업 스마트화 역량강화	스마트 공장 구축 전략 수립 및 운영 등에 필요한 전문가 자문 상담 및 지도	최대800만	7월26일~ 예산 소진 시 까지
업종별 특화 스마트공장 구축지원	5개사 이상의 중견· 중소 기업과 공급 기업이 컨소시엄으로 사업신청	최대0.4억	8월6일~8월31일 (30억)
스마트 공장관련 교육 지원	스마트 공장 보급사업 참여기업 및 관심이 있는 제조기업 임직원 대상의 스마트공장 교육아카데미와 구축 실무 과정 운영		

주) 연구자가 정부의 관련 사업 공고 내용을 정리

4) 정부주도의 스마트 공장 컨설팅 지원

정부에서는 중소 중견기업의 스마트 공장 솔루션 수용을 지원하기 위해 상공회의소 산하의 스마트공장 추진단에 전문 코디네이터를 두고 이들 코디네이터들이 스마트 공장 보급 확산 사업에 참여한 수요기업의 사업 점검 및 관리(수요 기업별로 의무적으로 현장진단, 중간점검, 최종점검의 3회 점검), 사업 내용 평가 및 관련 기술 자문, 스마트 공장 추진단에서 요청 시 사업에 필요한 업무를 담당토록 하고 있다(스마트 공장 추진단 코디네이터 상시접수 공문, 2017년). 코디네이터의 업무 중 제일 비중이 큰 수요기업 사업점검 및 관리의 구체적인 업무는 기업신청 내용이 현장에 맞는 지 여부를 체크하는 최초 서류심사(이후 기술위원회에서 심의 후 합격여부를 통보)와 참여기업 요청 시 적정 공급업체 소개, 그리고 계약대로 진행 중인지 확인하는 점검(공급기업 솔루션이 참여기업에 적정한지 점검)인 중간 점검과 계약대로 진행되었는지 확인 점검하는 최종 점검(직접 시스템을 운용해, 미흡한 부분은 보완 요청을 통해, 참여기업에 딱 맞는 솔루션 되도록 점검)으로 나눌 수 있다.

이와 같은 업무를 수행하는 코디네이터는 제조업종에 대한 경험 및 이해가 풍부하며, 현장자동화 포함하는 MES(Manufacturing Executive System), PLM(Product Lifecycle management), SCM(Supply Chain Management), APS(Advanced Planning and Scheduling), ERP(Enterprise Resource Management)를 포함하는 제조업 정보통신기술 적용 및 자동화 분야 15년 이상의 경력을 가진 전문가들로 2017년 2월 기준으로 172명이 활동하고 있다. 이들 코디네이터는 1인당 1년에 약 30개의 참여업체를 관리하고 있는 것으로 알려져 있다. 코디네이터들 대부분이 ICT관련 기업에서 CEO(Chief Executive Officer, 최고경영자), CIO(Chief Information Officer, 최고정보 관리자), PM(Project Manager. 프로젝트 관리자) 등을 거친 전문가들로, 현직에서 은퇴한 경험이 많은 전문가들을 적재적소에 이용하는 좋은 사례이며, 특히 현장 경험이 많은 코디네이터들이기 때문에 기업 대표들에게 데이터를 이용하는 방법과 사례 등을 설득력 있게 전달할 수 있어 다양한 방면에서 중소

기업들을 지원할 수 있는 능력들을 보유하고 있다(김종표, 2018).

그러나, 스마트공장 수용 지원을 수행하는 코디네이터들의 양적/질적인 개선 필요성도 대두되고 있다. 코디네이터 인력 172명 중 131명(76.2%)이 특정 하나의 대기업 계열 정보통신기술 전문회사 소속으로, 스마트공장 추진단 자체의 독립성이 부족하며, 스마트공장의 지속적 증가에 따라 코디네이터 양성도 함께 이루어져야 하지만 프로그램 및 교육계획 미흡한 상태이다(산업통상자원부, 2017). 또한 공장 별 의무지원 횟수가 3회에 불과하여 공장 별 지원 이력이 관리되지 않는 등 장기적이고 체계적인 지원은 되지 못하고 있다는 평가가 있다.

중소벤처기업부에서는 코디네이터가 주로 스마트 공장 보급 확산 사업에 참여한 수요기업의 사업점검 및 관리에 주력하고 있어 사업 신청을 하지 않았으나 스마트 공장을 구축하고 싶어 하는 기업들의 스마트 공장 구축 운영 역량 향상을 위해 필요한 전문가 자문 상담 및 지도를 하는 “중소기업 스마트화 역량강화사업”을 2018년 6월부터 시행하고 있다. 전형적인 컨설팅 지원 제도로 스마트 공장 구축 전 스마트공장 인식제고와 구축 수립자문을 하는 사전 컨설팅과 스마트 공장을 구축한 중소기업의 시스템운영, 고도화전략수립, 구축효과, 보안 등을 자문하는 사후컨설팅으로 나누어 지원되고 있는데 총 컨설팅 비용의 80%, 최대 800만원이 지원되고 있다(중소벤처기업부 공고 제2018-281호). 현재는 컨설팅 기관으로 Pool에 등록되어 있는 한국표준협회와 한국생산성본부를 중심으로 사업이 전개되고 있다. 중소기업을 대상으로 컨설팅 지원을 통해 실질적인 도움이 되도록 하는 취지로 제도를 운영하고 있으나 지원 금액 한계 등의 문제로 진단위주로 전개되는 것이 대부분으로 알려져 있어 실제로 스마트 공장 투자까지의 연계가 부족하다는 평가도 있다.

5) 스마트 공장 시장현황 및 환경

스마트 공장의 시장규모는 범위가 넓어서 정확히 산출하기는 어려우나, 사업의 중요성을 인식하여 여러 전문 시장조사 기관에서 시장규모를 추정하여 발표하고 있다. 세계 시장은 2022년까지 205.42억 달러 규모로 성장할 것으

로 예상된다. Markets and Markets Analysis의 시장 조사 보고서 "DCS, PLC, MES, ERP, SCADA, PAM, HMI, PLM[4] 등의 스마트 공장 시장, 부품 (센서, 산업용 로봇, 머신 비전 시스템, 산업용 3D 프린팅), 최종 사용자 산업 및 지역 – 2022년 글로벌 전망"에 따르면 전 세계 스마트 공장 시장은 2017년에서 2022년 사이에 연평균 9.3% 성장하여 2022년에는 205.42억 달러에 달할 것으로 예상하고 있는데 산업용 로봇의 채택 증가, IoT (Internet of Things)의 진화, 스마트 자동화 솔루션에 대한 수요 증가, 규정 준수에 대한 강조되고 있는 것이 증가되는 주요 동인이 될 것으로 전망했다. 스마트 공장을 이루는 개별 산업별로 보면 MES가 2017년에서 2022년 사이에 가장 높은 속도로 성장할 것으로 예상했는데 이는 실시간 데이터 분석을 통해 기업의 비즈니스 데이터를 중앙 집중화하고 작업을 추적해야하는 필요성이 커지고 있는데 이러한 요구는 다양한 프로세스 및 개별 산업 분야에서 비용 효율적인 MES 솔루션을 사용할 수 있게 됨으로써 중소기업부문에서도 성장할 것으로 예상하였다. 또한 산업용 로봇은 제조 공정에 혁신을 가져올 것으로 예상되는 파괴적인 기술로 스마트 제조 공정에서 산업용 로봇을 구현하면 생산성을 높이고 사람의 실수를 줄이며 생산량을 늘릴 수 있는데 특히 자동차 제조업체는 이것을 채택하여 생산성을 높이는 데 더 중점을 두는 등 가장 큰 시장형성이 예상된다고 하였다.

스마트 공장 시장에 참여한 주요 업체는 ABB(스위스), Atos SE(프랑스), Emerson Electric(미국), FANUC Corporation(일본), General Electric(미국), Honeywell International(미국). Bosch GmbH(독일), Rockwell Automation (미국), Schneider Electric(프랑스), SIEMENS AG(독일), 한국의 LS산전 등이 있다.

스마트 공장의 국내시장 규모는 2015년 32.1억 달러에서 2020년까지 54.7억 달러까지 증가할 것으로 예상이 되는데 제조업체들이 지속적인 사회구조 변화에 능동적으로 대응하고자 하고 있으며, 중소기업을 중심으로 지속적인 제조업에 대한 정부차원의 지원 정책이 예상되고 있어 중소기업에서 대기업까지 폭 넓게 확산될 것으로 예상하고 있다.

---

4) DCS : Distribution control System, PLC : Programmable logic Controller, SCADA : Supervisory Control and Data Acquisition, HMI : Human Machine Interface

[표 2-6] 스마트 공장의 국내 시장규모 및 전망 (단위: 십억 달러)

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
국내시장	3.21	3.57	3.98	4.43	4.92	5.47	10.9%

출처: "Markets and Markets Analysis, 2013"을 기반으로 중소기업청에서 추정

분야별로는 ICT가 필드 디바이스보다 성장세가 높을 것으로 예상되고 있다.

[표 2-7] 국내 스마트공장 시장(2011~2018)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR (%)
필드 디바이스	0.84	0.88	0.97	1.06	1.16	1.27	1.40	1.54	9.0%
ICT	1.32	1.47	1.64	1.83	2.05	2.30	2.58	2.89	11.8%
합계	2.16	2.35	2.61	2.89	3.21	3.57	3.98	4.43	10.8%

*출처: Markets and Markets Analysis, 2013

제 2 절 스마트 공장 수용 및 성과 관련 선행연구

2017년 말 기준으로 대기업이나 자체적으로 진행한 중소업체를 제외하고도 정부의 지원제도 및 대기업지원 하에서 중소기업에 보급된 스마트 공장이 5,003개를 넘어서고 있어 이에 대한 평가 및 보급 확대를 위한 새로운 제안 등이 요구되어지고 있다. 이에 따라 최근 스마트 공장의 보급의 수용 요인 및 성과에 대해서도 다양한 관점에서의 연구가 이루어지기 시작했다.

조직이나 외부 환경문제를 중심으로 접근한 최영환, 최상현(2007)은 스마트 공장 구축 완료 또는 진행 중인 중소·중견기업을 대상으로 실증분석을 한 결과, 스마트 공장의 성공적 구현에 조직의 참여도, 정부지원, 외부컨설팅, 최고경영자 의지 순서로 정(+)의 영향을 미치며 또한 스마트 공장 구축은 기업경쟁력에 정(+)의 영향을 미친다고 하였다. 특히 한국이 제조업과 IT분야에 강점을 가지고 있으므로 융합을 통한 스마트 공장 구축으로 중소기업의 생산성을 높일 수 있을 것이라고 하였다.
설치되는 스마트 공장 솔루션의 관점에서 연구도 진행되어 배병축(2017)은 스마트공장 추진단의 지원 대상 제조 기업을 대상으로 연구를 진행한 결과 스마트공장을 위한 주요기술적인 요인인 제조실행(MES, Manufacturing Executive system)은 재무적, 비재무적 성과 모두에, 설비보전관리 시스템(CMMS, Computerized Maintenance and Management Systems)은 재무적 성과에, 그리고 공급사슬관리(SCM, Supply Chain Management)과 APS(Advanced planning and scheduling)시스템은 비재무적인 성과에 각각 정의 영향을 미친다고 하였다. 정병주(2017) 연구에서는 스마트공장 수용이 재무적 성과에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 특히 공급사슬관리(SCM)에 대하여 종업원들이 긍정적으로 인식 할수록 재무적 성과는 높아진다고 하였다. 그리고 공장 현장의 실질적 요소의 관점으로 진행된 데이터마이닝 분석을 통하여 스마트 공장 수용기업의 만족도를 연구한 결과에서는 생산성 개선정도, 불량률 개선정도, 측정설비 연계, 생산설비 연계, 매년 투자

액, 스마트공장 추진속도 등이 만족도에 영향을 주는 요인이라고 연구되었다.(오정윤, 최상현, 2018).

개별 업종을 대상으로 특화된 스마트 공장의 수용요인 및 성과에 대한 연구도 이루어지고 있는데 특히 자동차 완성차 업체가 고객이 되는 자동차 부품, 협력업체 분야에서는 자동차 완성차업체의 요구에 따라 부품 공급업체들의 스마트 공장 보급이 폭 넓게 진행되어 있어 자동차 부문에서의 연구가 상대적으로 많이 이루어지고 있다. 자동차부문의 스마트 제조/공장과 관련하여 선진 생산 기술 사용증가를 위해서는 IT성숙도, 기술유인, 인지된 이점, 외부압력, 정부정책을 강화해야 하며(Danping Lin et al., 2018), 수용 성과와 관련해서 자동차 생산 공장에서는 경제적, 내부적, 사회적 그리고 기술적 요인이 혼류생산의 차종수와 정(+)의 상관관계를 가지는 것으로 연구(임준홍, 2017)되었다. 또한 스마트 공장을 수용하면 완성차량에서 오류 발생 확률이 줄어들며, IQS(Initial Quality Study)[5]점수가 낮아져 소비자에게 좋은 평가를 받을 가능성이 높아져 차량 구매에 긍정적인 영향을 미칠 것이라고 연구되었다(김창용, 2017). 자동차 분야 이외에도 간장공장에서 스마트 공장을 수용하여 운용한 결과 15~20%의 생산성 향상과 함께 작업공간이 확보되면서 사고의 위험이 줄고 작업효율이 높아졌다고 하였으며(소병옥, 2017), 플라스틱 사출 공장에서는 스마트 공장 설치 후에 불량률이 대폭 줄어 생산성이 향상되고 경영관리가 효율적으로 이루어 졌다고 하였다(명상일, 2018). 또한 발전소를 대상으로도 연구가 이루어져 설비일상관리, 스마트 설비관리를 하는 최적 운영을 통해 설비의 고효율화를 이룰 수 있다고 연구되었다(권도훈, 2018). 뿌리산업인 금형산업의 연구에서는 동종업간 협력, 표준화 복잡도가 스마트공장의 수용/채택/확산에 영향을 주므로 산업적 특성을 고려한 스마트공장의 표준화와 확산 모델을 개발하여야 하며, 이를 바탕으로 표준화 모범사례(Best Practice) 모델 공장 구축을 확대해야 기술인력 및 재무적 어려움을 가지고 있는 중소기업에서 스마트 공장 수용을 활용할 수 있다고 하였다(전선양, 전중양, 황정재, 2016).

5) J. D. Power 사가 제공하는 자동차의 초기품질조사(Initial Quality Study)

수용성과에 대해서는 대부분의 연구가 긍정적인 성과와 연계하여 연구가 진행되고 있으나, 중·소 제조 기업이 현실적으로 처한 입장에서 보면 현재의 대기업 중심의 산업 구조적인 문제점과 기업 자체의 취약적 요소와 함께 전문 인력의 부족으로 시스템수용이 제대로 이루어지지 못하고 있는 중·소기업으로서는 중·소 제조 기업에 적합한 성공적인 스마트공장 구축을 위해서는 무엇보다도 현업·현장의 이해와 함께 중소기업에 쉽게 적용할 수 있는 수준별, 맞춤형 적용기술이 필요하다고 빅 데이터의 연구결과로 보고되고 있다(김재성, 2017). 또한 스마트 공장이 현장의 데이터보다 최근 대두되는 IT 신기술 접목만을 중심으로 이루어지고 있어 스마트 공장의 운영 성과에서 실질적으로 부족한 면을 보여, 공장에서 이를 활용하는 운영 책임자, 담당자 등에게 실망을 줄 뿐 아니라 실질적으로 사용되지 못하는 등 실무진 그 누구도 원하지 않는 모습으로 도출될 가능성도 있는데 이는 IT기술 적용 이전에 중요한 요소인 운영기술(Operation Technology, OT)과 자동화기술(Automation Technology, AT)에 대한 중요성을 간과한 점에서 비롯된다고 볼 수 있다(김승택, 2016). きだ(Kida, 2018)는 스마트 공장의 진전이 잘되지 않는 이유로 스마트 공장의 요건(범위와 결과) 정의가 어려운 점, 스마트 공장관련 적절한 인재를 확보하기 어려운 점. 스마트 공장 관련 관련자가 많아 요건 정의가 어려운 점, 투자판단(비용대비 효과)하기 어려운 점, 그리고 현장의 반대를 들고 있다.

이에 따라 중·소 제조 기업에서 스마트 공장의 기본 바탕인 사물인터넷 기술 사용자수의 확산을 위해서는 기술 및 장비 등 기반과 R&D 지원 등과 관련된 정부지원 사업 등에 대한 상세한 안내 및 교육과 지원이 필요하며, 기술을 이용하는데 어려움이 생겼을 때 도움을 줄 컨설턴트 등 전문가가 우선적으로 지원될 필요가 있다(김기웅, 2017)고 하였다. 이는 단순히 스마트 공장을 수용한다고 목적한 성과를 이룰 수 있는 것이 아니고 수용 전부터 수용 목적 즉 성공에 대한 정의를 명확히 하고(김승택, 2016) 회사 현장과 시스템에 적정한 솔루션으로 단계적으로 확대해 나가야 한다는 시사점을 주고 있으며, 즉 스몰 스타트를 통해 최소의 리스크로 먼저 경험을 하도록

해야 한다는 것이다(Kida, 2018). 그동안 진행된 스마트 공장 보급 및 확산 관련 진행된 연구들에 대해서는 [표 2-8]에 기술하였다.

[표 2-8] 스마트 공장 보급 및 확산 관련 선행연구

연구자	연구대상	연구 변수/요소		연구결과
		독립	매개·종속	
최영환, 최상현 (2017)	중소·중견 기업	최고경영의지, 정부지원, 외부 컨설팅, 조직참여도	스마트 공장 구축, 기업경쟁력	최고경영자 의지, 정부 지원, 외부 컨설팅, 조직 참여도는 스마트공장 구축에 정의 영향을 미치며, 스마트공장구축은 기업경쟁력에 정의 영향을 미친다.
이태진, 김영준 (2017)	제조기업	효과에 대한 기대, 경영자의지, 사회적 분위기, 현재의 IT수준, 정부지원, 거래기업영향력, 공급 업체 영향력	스마트 공장 수용의도, 스마트 공장 수용	연구 진행 중(연구모델만 제시)
배병축 (2017)	제조기업 (스마트공장 추진단 지원대상)	기술적 요인 (제조실행, 품질분석, 설비보전, SCM/APS[6])	경영성과(재무적, 비재무적)	제조실행은 재무적, 비재무적성과에 정의 영향을, 설비보전은 재무적성과에, SCM/APS는 비재무적성과에 정의 영향을 미친다.
김창용 (2017)	자동차 생산 공장	스마트공장	생산성, 소비자 구매	스마트공장은 생산성과 소비자 구매에 긍정적인 영향을 미친다.
정병주 (2017)	자동화 관련 기업	스마트공장(현장자동화, 공장운영, 기업자원관리, 제품관리, 공급사슬관리)	재무적성과, 비재무적성과(내부만족, 직무만족, 개인업무)	공급사슬관리가 재무적 기업성과에, 제품개발이 내부프로세스 개선에, 현장자동화가 직무만족에 정의 영향을 미친다.
권도훈 (2018)	발전소/스마트공장 관련부서	최적운영(설비일상관리, 스마트 설비관리)	설비 고효율화	설비일상관리(최적운영 및 스마트 설비관리)활동은 설비 고효율화에 영향을 미친다.
임준홍	자동차	스마트지수(경	혼류 생산	스마트지수는 혼류생산 차종 수

(2017)	조립 공장	제적 요인, 내부적 요인, 사회적 요인, 기술적 요인)	차종 수, 법적 보호 순위 숫자	에 정의 상관관계를, 법적보호 순위숫자와는 부의 상관관계를 가진다.
소병옥 (2017)	간장제조 공장	스마트공장	사고위험, 작업효율	스마트공장은 생산성을 15~20% 향상시켰으며, 작업공간을 확보하여 사고의 위험을 줄이고 작업효율이 높아졌다.
김재성 (2017)	자동차부품제조공정	현업의 이해, 적용기술	스마트공장	중소 제조 기업에 적합한 성공적인 스마트 공장 구축을 위해서는 현업의 이해와 중소기업에 적합한 수준별 맞춤형 빅데이터 적용기술이 필요하다.
명상일 (2018)	플라스틱 사출공장	스마트 공장	생산성, 경영관리	FPS, HMI, IoT, MES[7], 영상처리 기술로 구축되는 IT융합 생산정보화 시스템을 바탕으로 실시간 제품 생산 모니터링이 가능한 스마트 공장을 구축하여 불량을 대폭 줄여 생산성 향상과 경영관리가 효율적으로 이루어졌다.
오원근 (2018)	제품수명주기	4차 산업혁명	중요도, 취약도, 현업적용도, 기대 현업적용도	고객 요구사항 관리 지식영역의 중요도가 커질 것이며, 다양한 고객 맞춤형 제품으로 인해서 발생하는 복잡성 관리를 위한 프로젝트 포트폴리오관리 지식영역의 필요성이 커질 것이다
김기웅 (2017)	중소기업/사물인터넷	성과기대, 노력기대, 사회적 영향, 촉진조건, 정부규제, 동반성장	행위의도, 사용행동	성과기대 및 사회적 영향은 사물인터넷 행위의도에 정의 영향을 미치며, 기업 내·외부 촉진조건 및 행위 의도는 사물인터넷 사용행동에 정의 영향을 미친다.
오정윤, 최상현 (2018)	스마트 공장기초 단계의 중소·중견기업	생산성 개선, 불량률 개선, 측정설비연계, 생산설비연계, 매년 투자액, 스마트 공장 추진속도	스마트공장 만족도, 생산성 개선정도	생산성 개선, 불량률 개선, 측정설비연계, 생산설비연계, 매년 투자액, 스마트 공장 추진속도 등이 스마트공장 만족도에 영향을 주는 요인이며 만족도가 높을수록 생산성 개선정도가 높은 것을 확인

6) SCM : Supply chain Management(가치사슬관리), APS : Advanced Planning and Scheduling

Danping Lin et al. (2018)	중국 자동차산업	IT성숙도, 기술유인, 인지된 이점, 기업 규모, 외부 압력, 정부 정책	선진 생산기술의 사용 증가	IT성숙도, 기술유인, 인지된 이점, 외부 압력, 정부정책은 선진 생산 기술 사용증가에 정의 영향을 미친다.
Giovanni M. et al. (2013)	제조업	데이터 통합	에너지결정	제조공장에서 ERP, MES등을 통해 실시간으로 수집된 데이터의 통합은 에너지 소비관련 결정자에게 도움을 준다.
Agnieszka Radziwon et al. (2014)	스마트 공장	문헌 연구		스마트 공장은 제조설비의 장래 발전에 큰 혁명으로 아직 실행적 적용을 위한 콘셉트 개발이 진행중임(적응 및 유연생산 솔루션 탐색)
정선양·전중양·황정재 (2016)	중소기업	기술적 요인, 조직적 요인, 산업적 요인, 정책적 요인	표준스마트공장수용, 중소기업경쟁력제고	기술적 요인(상대적 이점), 조직적 요인(경영자의 강력한 의지), 산업적 영향(수직적 관계), 정책적 요인(정부지원)이 스마트 공장 수용에 영향을 미침
김수영 (2018)	중소기업 사례			스마트 공장의 운영관리 솔루션은 시시각각 변하는 중소제조기업의 특성을 반영하여 생산현장의 4M 정보를 수집, 분석 및 관리를 통하여 지속적으로 효율적인 공장운영관리를 수행할 수 있는 유용한 수단이 될 것이다.
함형준 (2017)	ICT기반 스마트 공장			기업의 스마트 공장 수용의 동기는 당연 비용 절감 및 공정 관리의 개선으로, 이러 한 목적을 달성하기 위해서는 높은 수준의 스마트 공장 구현을 목표로 장기적, 일관적 대응이 필요하다.
Kida (2018)	일본 중·소기업사례	실무경험 바탕의 사례연구		스마트 공장의 스몰 스타트를 실시하여 작은 리스크로 첫 걸음을 내미는 것을 시작으로 확산시켜 생산성을 향상시켜야 한다.

주) 선행연구 내용을 연구자가 정리

제 3 절 기술 수용 모델

1) 기술 수용모델의 특성

기술 수용 연구는 기술 수용 관련 많은 이론 모델들이 분명하게 학제간의 (여러 학문분야가 관련된) 접근이라고 보여주는 대표적인 사례이다. 핵심 이론적 구조, 개념 및 원론적 지식은 사회심리학, 심리학, 인간 행동사회이론, 사회인지 이론, 정보 시스템으로부터 도출되었다(Venkatesh et al. 2003; Chiu et al. 2010). 여러 학문이 관련되어 있는 특성 때문에 기술 수용 연구는 다양한 연구 사례를 만들어 냈다. 이러한 결과는 일관된 기술 수용 모델을 만들려는 노력을 다소 훼손하였으며(Venkatesh et al., 2011; Juntumaa 2011), 더욱이 이 모델들은 서로 겹치는 구조임에도 오히려 독립적으로 존재하여(Chiu et al., 2010), 최종적으로는 모델의 다양성은 모델들 간 혼합된 형태의 연구결과를 가져왔다(Davis et al., 1989).

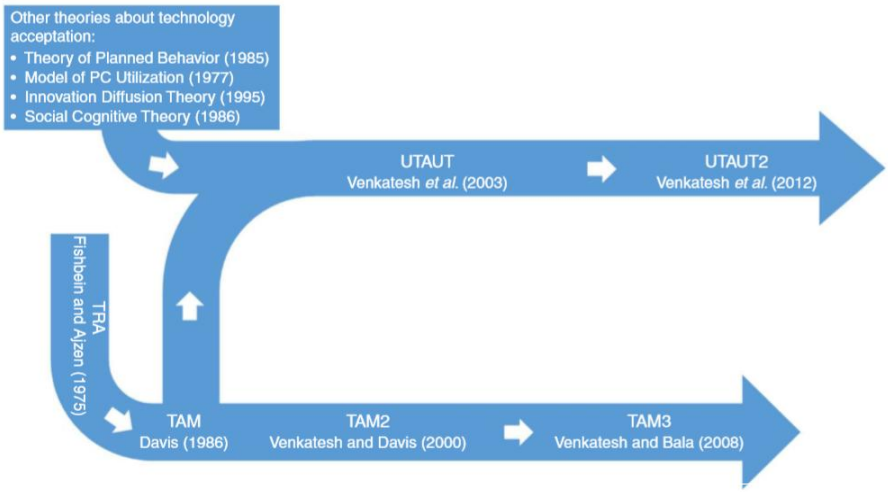
그러나 기술 수용 연구는 마케팅 맥락, 경영 및 정보 시스템 연구에서 널리 적용되었으며(Rogers 2003; Venkatesh 2006), 기술 수용 관련 연구의 대부분은 조직에서의 혁신 수용결정과 사용은 기술적, 수용자 특성과 상황 요소에 따라 결정된다고 기술되어 있다(Fuchs et al., 2010). 관심의 범위로는 고유한 사용자 특성, 조직 특성, 특성과 관련된 기술-제품에서 환경 영향요소까지 광범위하게 포함되어 있다(Chiu et al., 2010).

2) 개인차원의 기술 수용모델

많은 연구가 진행되어온 개인 차원으로의 정보 시스템 (IS)의 기술 수용, 채택 및 사용모델로는 Fishbein and Ajzen (1975)이 제안한 합리적 행동 이론(Theory of Reasoned Action, TRA) 등 이전 연구가 있었지만, 기술 수용 모델로 사용자가 어떻게 기술을 받아들이고 사용하는지 이해하려고 하는

7) FPS : Fool Proof System, HMI : Human Machine Interface, IoT : Internet of thing, MES : Manufacturing Executive System

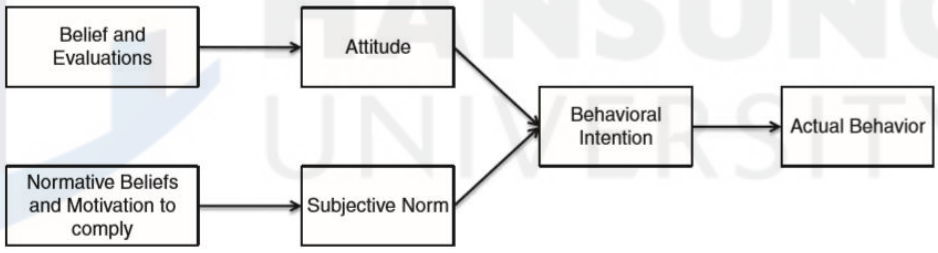
TAM(Technology Acceptance Model)이 등장했다. Davis(1989)에 의해 소개된 원래의 TAM은 혁신, e비즈니스 또는 새로운 기술 적용에 영감을 주면서 적정성을 유지하고 있으며(Yi et al., 2005), 사용자가 새로운 기술을 수용하려 할 때 많은 변수들이 어떻게 그리고 언제 사용될지에 대한 선택에 영향을 미치게 된다(Fishbein and Ajzen, 1975)고 하였다. 이 모델은 이후 여러 연구에서 많이 활용되어 왔는데, 일부 학자들은 기술 수용에 거의 도달하지 못했다고 하였으며(Bauer and Kenton, 2005; Franklin and Molebash, 2007; Hew and Brush, 2007), 어떤 경우에는 효과적이다(Drucker, 2006; Hughes and Ooms, 2004)고 연구되기도 하였다. Fishbein과 Ajzen(1975)이 제안한 합리적 행동이론 (Theory of Reasoned Action, TRA)을 시작으로 이후 Davis(1986)가 제안한 TAM(Technology Acceptance Model), Venkatesh와 Davis(2000)가 제안한 TAM2, Venkatesh가 추천한 TAM3, Bala(2008), Venakatesh et al.(2003)이 제안한 UTAUT(Unified Theory of Acceptance and Use of Technology), Venkatesh et al.(2012)이 계획한 UTAUT2. (2012)까지 이들 모델을 바탕으로 확장한 다양한 모델을 발표하는 등 기술 수용 모델은 TRA로 탄생하여 TAM으로 다양하게 발전되어 왔으며, 현재 UTAUT까지 제안되고 있다고 볼 수 있다([그림 2-4] 참조).



[그림 2-4] 기술 수용 이론의 발전(Francisco et al.,

가) TRA(합리적 행동이론, Theory of Reasoned Action)

TRA는 기술 수용을 연구 한 최초의 모델 중 하나로 사회 심리학을 기초로 의식 행동의 결정 요인을 분석하였다(Ajzen and Fishbein, 1980, Fishbein and Ajzen, 1975). 이 이론에 따르면, 사람의 특정 행동은 이 행동을 수행하려는 의도에 의해 결정되는데 이를 행동 의도(Behavioral Intention)라고 한다. 이 행동 의도는 해당 행동과 관련된 태도(Attitude)와 주관적 규범(Subjective Norms)으로부터 [그림 2-5]와 같이 결정된다. TRA는 특정 행동이나 기술을 목적으로 설계되지 않은 일반적인 모델로, 별다른 구분 없이 다양한 분야에 적용될 수 있다. 행동 의도의 관점에서 볼 때 TRA의 특징은 통제 불가능한 환경 변수와 제어 가능한 의도가 사용자 행동에 미치는 영향을 직접적으로 나타내며, 행동에 영향을 미치는 다른 모든 요소는 태도, 주관적 규범 또는 그 가중치에 간접적으로만 영향을 미칠 수 있다는 것이다.



Source: Fishbein and Ajzen (1975)

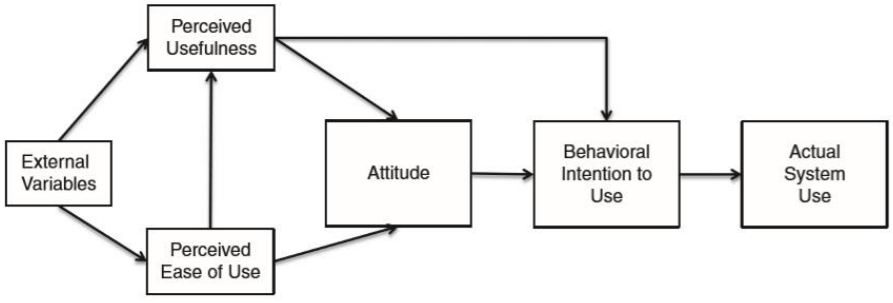
[그림 2-5] 합리적 행동 이론(TRA)

Choong Lyong Ha, (1998)는 브랜드 충성도를, 김명소, 한영석(2001)은 온라인 구매행동을, Ding and Ng(2009)는 아키텍트의 지식 공유를, Farkhondeh et al.(2011)은 가상 지식 공유의 행동의도를, 김문식(2014)은 패밀리레스토랑 이용자의 휴리스틱 선택행동을, 강찬호 외(2014)는 커피전문점 이용 고객의 행동 예측을, 염민선(2015)은 소비자 쇼루밍 행동의 이해를, 신명곤(2018)은 웨어러블 디바이스 사용 결정요인 연구를 위해 합리적 행동이론을 중심으로 독립적으로 또는 다른 이론과 연계하여 연구를 진행하였다.

나) TAM(기술수용모델, Technical Acceptance Model)

TAM은 정보시스템(Information System)에서의 수용 설명을 위해 Davis (1986)가 TRA를 특별히 맞춤화하여 개발한 모델이다. TAM의 목적은 최종 사용자 컴퓨팅 기술 및 사용자 집단의 넓은 범위에 걸쳐있는 사용자 행동을 설명하여 컴퓨터 수용의 결정 요인에 대한 이해를 제공하는 것이다. TAM은 컴퓨터 수용의 인지적 및 정서적 결정 요인을 다루는 이전 연구에서 제안 된 소수의 기본 변수를 확인하기 위해 만들기 위해 TRA를 이러한 변수 간의 관계를 모델링하는 이론적인 배경으로 사용하였다(Francisco et. al., 2015).

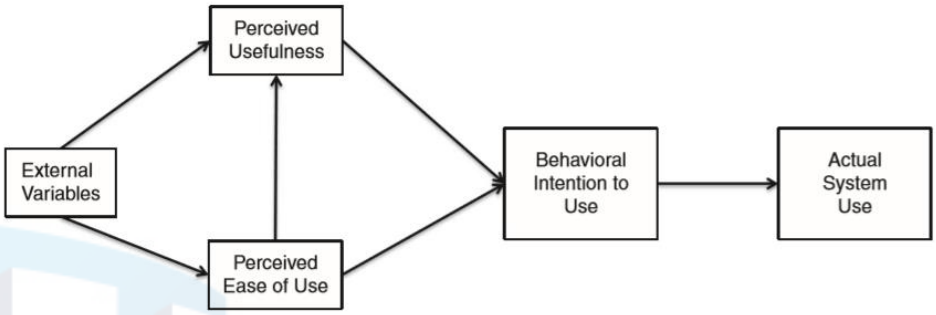
TAM은 컴퓨터 수용의 선구 모델로 인지된 유용성(Perceived Usefulness)과 인지된 사용의 용이성(Perceived Ease Of Use)의 두 가지 특수한 신념을 바탕으로 되어 있으며, TRA와 마찬가지로 TAM도 컴퓨터 사용은 행동의도(Behavioral Intention)로 결정되어진다고 되어 있으나, TRA와는 다르게 행동의도(Behavioral Intention)는 인지된 유용성(Perceived Usefulness)뿐 아니라 태도(Attitude)에서 시스템 사용에 따라 결정된다는 점을 포함하고 있다. 같은 방식으로, TAM은 TRA에 사용된 주관적 규범(Subject Norm)은 불확실한 이론적 및 정신력 측정 상황으로 보고 포함하지 않았다(Francisco et. al., 2015).([그림 2-6] 참조)



Source: Davis (1986)

[그림 2-6] TAM(기술수용모델, Technical Acceptance Model)

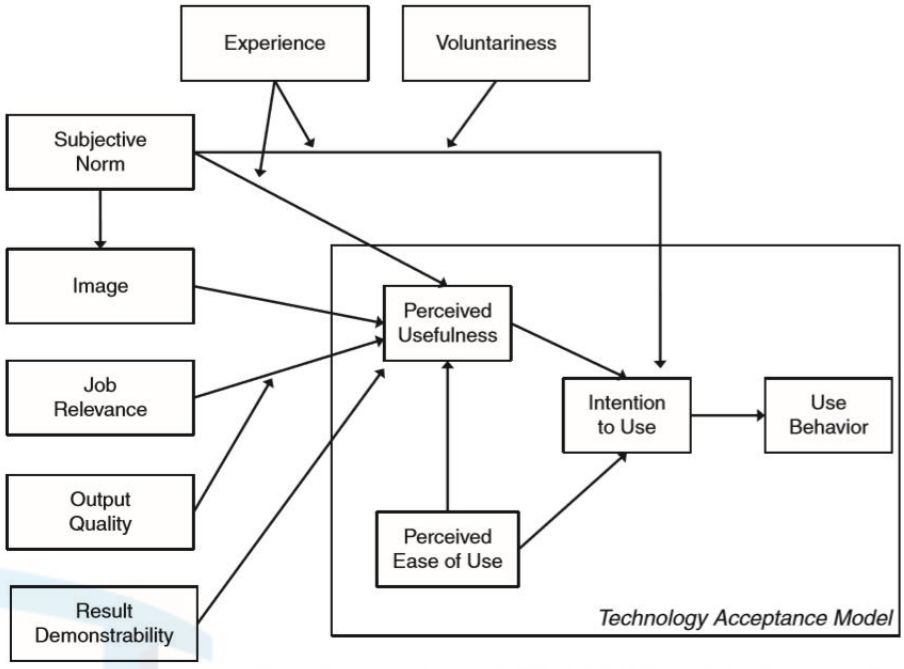
이후 Davis (1989)는 인지된 유용성(Perceived Usefulness)과 인지된 사용의 용이성(Perceived Ease Of Use)은 행동의도(Behavioral Intention)에 강한 영향을 미치나 태도(Attitude)의 효과는 시간에 따라 감소함을 발견하고 논쟁을 통해 TAM 모델에서 제거하기로 결정하였다. 그래서 Venkatesh & Davis (1996)가 사용의 용이성(Perceived Ease Of Use)의 선행요인을 분석했을 때는 TAM에 더 이상 태도(Attitude)를 포함하지 않았다([그림 2-7] 참조).



Source: Venkatesh and Davis (1996)

[그림 2-7] TAM1(기술수용모델1, Technical Acceptance Model 1)

시간이 지남에 따라, TAM은 작업장에서 컴퓨터의 단순한 수용을 넘어 다양한 상황으로 적용되어 가면서 사용자의 수용을 예측하기 위한 견고하고 강력하며 간결한 모델로 잘 정립되었다. TAM의 첫 번째 확장은 TAM2 (Venkatesh and Davis, 2000)로 인지된 유용성(Perceived Usefulness) 선행요인의 확장에 기반을 두고 있다. TAM에 대한 많은 실증연구에서 인지된 유용성은 일관되게 행동 의도를 결정하는 중요한 요소였다. TAM을 시작점으로, TAM2는 사회 영향 프로세스 (주관적 규범, 임의성 및 이미지)와 인지적 수단 프로세스(작업 관련성, 결과 품질, 결과 논증 가능성 및 사용 용이성)로 확장하여 추가로 이론적 구조를 통합하였다. 주관적 규범을 포함하면 행동의도가 직접적으로 또는 인지된 유용성을 통해 영향을 받는다는 점을 강조한다. ([그림 2-8] 참조).

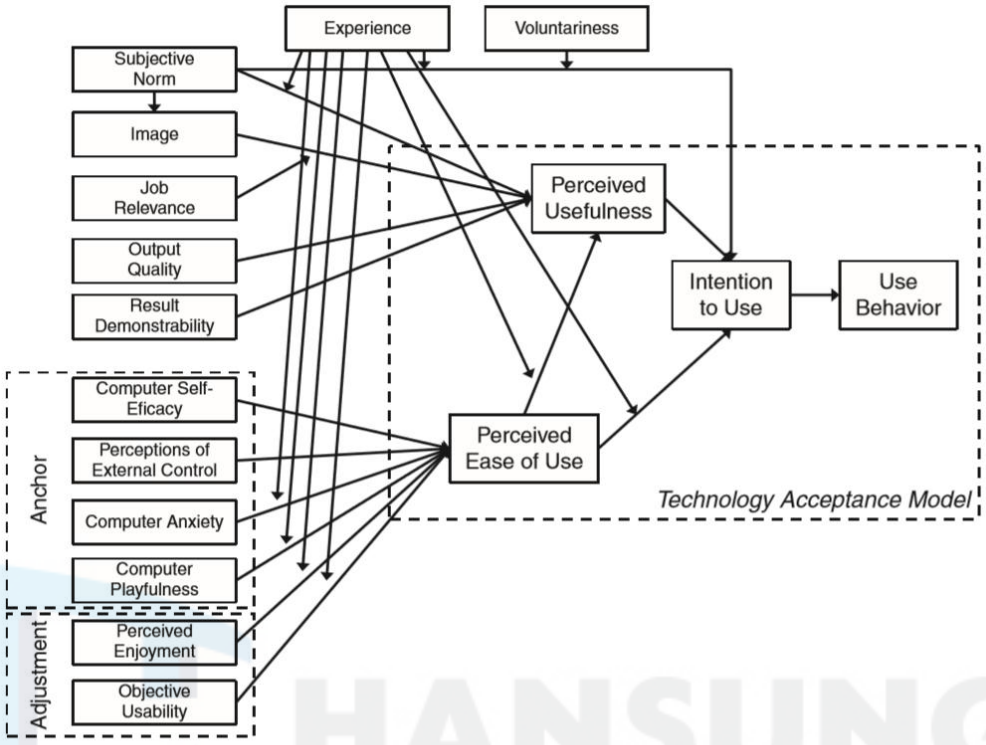


Source: Venkatesh and Davis (2000)

[그림 2-8] TAM2(기술수용모델2, Technical Acceptance Model 2)

나중에 TAM2에서와 같은 의도를 가지고 원래 TAM의 선행변수를 통합한 모델을 완성하기 위해 Venkatesh & Bala (2008)는 TAM3을 개발했다. 좀 더 구체적으로, TAM2가 인지된 유용성의 선행변수를 추가한 것이라면, TAM3은 Venkatesh & Davis (1996)와 Venkatesh (2000)에 이미 설명되었던 인지된 사용용이성의 구성에 의해 확대되었다. 특히, 의사 결정의 기반(컴퓨터 자기 효능감, 컴퓨터 불안, 컴퓨터 장난기, 외부 통제의 인식)과 조정 프레임(인식된 즐거움과 객관적인 유용성)기반으로 Venkatesh & Bala (2008)는 인지된 사용의 용이성 결정 요인 모델로 개발했다([그림 2-9]참조).

지난 수십 년 간 TAM 모델이 광범위하게 사용되면서 다양한 기술, 특히 인터넷 응용 프로그램으로 확장되어 많은 연구와 문헌에서의 지지를 받았다 (Francisco et. al., 2015).

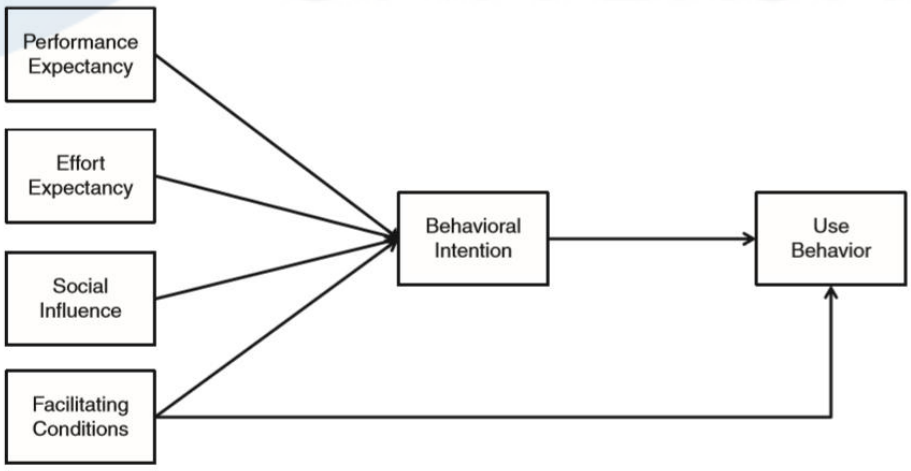


[그림 2-9] TAM3(기술수용모델3, Technical Acceptance Model 3)

TAM은 발표이후 새로운 기술 수용 연구의 대표 모델로 최근까지도 여러 방면에서 다양하게 연구되어 왔다. Bijith et al.(2017)은 인터넷 뱅킹 수용의도를, Ainsworth et al.(2017)은 미국에서의 모바일 지불 수용 의도를, Kawal et al.(2014)은 RFID(Radio frequency identification) 통합시스템 수용을, Hemlata et al.(2015)는 클라우드 컴퓨팅 수용을, 노민정(2015)은 모바일 항공권 구매앱 수용을 연구하기 위해 TAM 독자로 또는 다른 수용모델과 결합하여 연구를 진행하였다. 또한 TAM이 여러 분야에 폭넓게 사용되어 온 것을 염두에 두고 유재현, 박철(2010)은 TAM의 종합적 고찰 연구를, Shumaila et al(2007)은 TAM의 메타분석연구를 Part1과 2로 나누어, Mohamed & Nizar(2010)은 TAM의 고찰을 연구하는 등 그 동안의 연구결과를 분석하는 종합 연구들도 진행되어 왔다.

다) UTAUT(통합기술 수용모델, Unified theory of acceptance and use of technology)

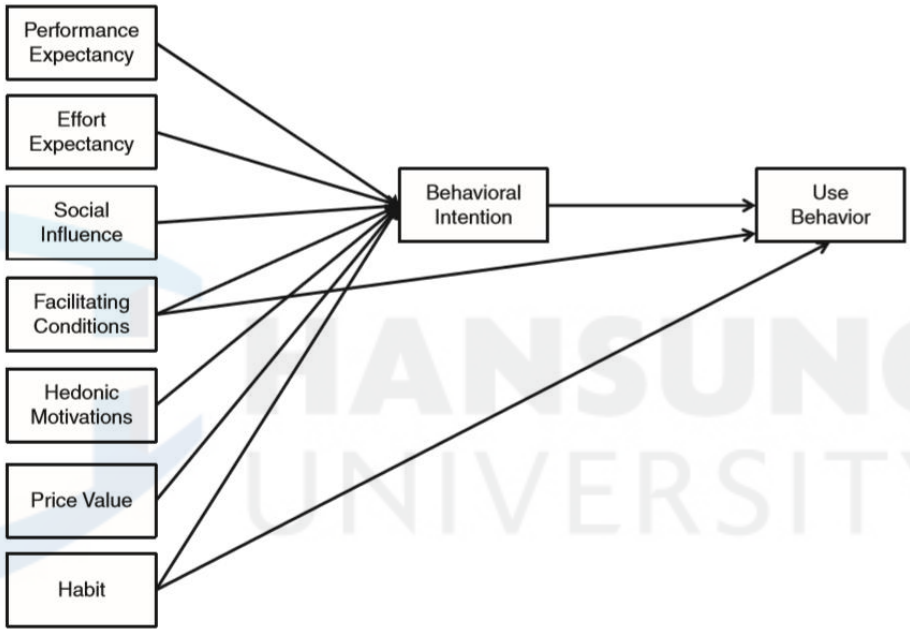
위에서 언급했듯이 신기술의 사용 및 수용에 대한 설명은 정보시스템 주요 연구 과제 중 하나가 되었다. 그 결과, TRA 및 TAM 외에도 많은 모델이 등장했으나 많은 연구자들이 다양한 이론의 개념을 혼합하거나 다른 대안의 기여도를 고려하지 않고 목적에 가장 유리한 모델만을 사용하여 임기응변 모델을 발표한 것도 사실이다. 결과적으로 Venkatesh et al.(2003)은 사용자 접근성에 대한 통합 된 관점으로의 진전을 위해 세부검토와 종합의 필요성을 확인했다. 이러한 이유로 TRA, TAM, 동기 부여 모델, 계획된 행동 이론(TPB : Theory of Planned Behavior), TAM과 TPB를 결합한 모델, PC 활용 모델, 혁신 확산 이론 그리고 사회인지 이론 등 8 개의 저명한 모델과 확장 모델을 비교했다. 이를 토대로 8 가지 모델에 걸쳐 요소를 통합한 통일 모델을 만들어 실증적으로 새로운 모델의 유효성을 확인하고 기여도를 보다 일관되게 유지했다. 개별 모델의 탐색적 힘과 핵심 중재 영향을 결합하여 포괄함으로써, UTAUT는 간략한 구조를 유지하면서 누적적 이론으로 발전되고 있다([그림 2-10] 참조).



Source: Venkatesh *et al.* (2003)

[그림 2-10] UTAUT(통합기술 수용모델, Unified theory of acceptance and use of technology)

UTAUT는 사용자 수용 및 사용 행동의 직접 결정 요인으로서 기대 성능, 노력 기대, 사회적 영향 및 조건 촉진이라는 중요한 역할을 하는 4 가지 구성 요소를 지적했다. 이 네 가지 구성 요소는 행동의도에 직접적인 영향을 미친다. TRA 및 TAM처럼 UTAUT에서도 행동 의도는 기술사용에 직접적인 영향을 준다. 반면에 TRA 및 TAM과 달리, 행동 의도는 사용행동의 유일한 직접적 요인이 아니며 촉진 조건도 사용행동에 직접 영향을 준다. ([그림 2-11] 참조).



Source: Venkatesh *et al.* (2012)

[그림 2-11] UTAUT2(통합기술 수용모델2, Unified theory of acceptance and use of technology 2)

UTAUT는 기술을 사용과 주로 조직적 상황에서 개인의 기술사용의 행동의도를 예측하는 데 관련된 중요한 요소와 우발적인 상황을 추출하여 구성되었다. 시간이 지남에 따라 UTAUT는 기본 모델로 사용되어 조직 및 비 조직 양쪽 모두에서 다양한 기술 연구에 적용되었다. 그러나 TAM과 TRA처럼 UTAUT은 조직의 내부자 관점에서 설계되었다. 즉, 조직 내에서의 새로운 기

술을 구현하는 관점에서 개발되었기 때문에 이 모델 구조는 분명히 실용적인 성격을 갖는다. 다양한 연구가 여러 상황에서 UTAUT의 유용성을 이해하는 것에 기여했지만, 소비자 기술사용 상황에 적용되는 핵심적인 요인에 대한 체계적인 조사와 이론화가 여전히 필요함을 느껴 Venkatesh(2012) 등이 제안한 UTAUT에 기초하여, 직접적으로 소비자 기술의 맥락에서 적용되도록 설계된 새로운 모델 소위 UTAUT2이 만들어졌다. 행동의도의 세 가지 새로운 결정요인(쾌락 동기 부여, 가격 가치 및 습관)은 UTAUT에 의해 이미 채택 된 구조에 추가되며, 또한 습관 구성은 사용과 관련이 있다고 하였다.

UTAUT는 근래 대표적인 기술 수용모델로 광범위하게 연구에 적용되고 있다. 송영철(2018)은 m-learning 만족도에 미치는 연구, 오종철(2015)은 스마트폰 어플리케이션 구매와 관련, 박일순, 안현철(2012)는 모바일 신용카드 서비스의 사용자 수용모델, 손정희 외(2014)은 웨어러블 디바이스 사용의도, Hakan(2016)은 온라인 쇼핑관련, AbuShanab & Pearson(2007)은 인터넷 뱅킹관련, Mei et al.(2012)는 ERP(Enterprise resource planning) 수용의도 관련, Anil et al.(2018)은 관광객의 스마트폰 어플리케이션 수용과 관련 UTAUT 모델을 사용하였다.

3) 기업/조직 차원의 기술 수용 모델

가) 혁신 확산 이론(Innovation Diffusion Theory)

Rogers (1995; 2003)에 의해 제안된 혁신 확산 이론 (IDT)은 원래 혁신 수용자의 중요한 특성에 중점을 두고 있다. 따라서 혁신 확산 이론(IDT)은 혁신이나 새로운 응용의 실제적 사용 단계가 아닌 주로 혁신 수용 전 단계에 중점을 두고 있다(Ozdemir et al., 2008). 이 이론은 (1) 혁신이 (2) 시간이 지남에 따라 (3) 사회 시스템 구성원들 사이에서 (4) 어떤 채널과 소통되는지 프로세스로서의 혁신을 정의하고 있다. 혁신이란 개인 또는 조직에 의해 새 것으로 인식되는 아이디어, 실행 또는 대상을 말한다(Rogers 2003). 혁신 확산 이론(IDT)은 채택중인 기술이 대체하려는 기술과 어떻게 차이가 나는지 (상대적 우위), 기술이 요구 사항을 얼마나 잘 충족시키는 지(호환성), 그리고 그 기술이 얼마나 쉽게 채택 될 수 있는 지(단순성)를 파악하는데 중심을 두고 있다(Azadegan & Teich 2010).

오늘날의 혁신 확산 연구는 혁신 프로세스에 집중을 해서 넓은 영역을 포함하는 것을 목표로 하여 수용 검토, 실제 사용, 수용 전 상태를 검토하는 것에 더 나은 기회를 제공하려고 한다, 그러나 혁신 확산 이론(IDT)의 근본적인 목표는 어떻게 새로운 기술이 개척자적인 수용자에서 더 넓은 층의 수용자로 이동하는지 설명하는 것(Chiu et al. 2010)으로 Rogers는 수용 결정 결단력(정보 수집, 개념화, 계획) 및 구현(재정의, 명확화, 정례화)에 대하여 논의를 하는 것이다(Rogers 2003). 또한 이 이론은 강력하게 모든 비즈니스 프로세스 연계되어 있고 응용과학 분야에서 활발히 운용되고 있는 마케팅연구에 혁신 확산 개념과 방법으로 이용하는 새로운 가능성을 열어두고 있다.

혁신 확산 연구에서는 일반적으로 조직의 기술 채택은 개인의 수용 프로세스에 비해 복잡하고 도전적인 형태로 발생하며(Rogers 2003), 조직의 혁신성은 일반적으로 (1) 개인(리더) 특성, (2) 조직 구조의 내부적 특성, (3) 조직의 외부 특성의 변수로 측정된다.

이 변수들이 정의 및 수용에 미치는 영향을 [표 2-9](Rogers 2003)에 기술하였다.

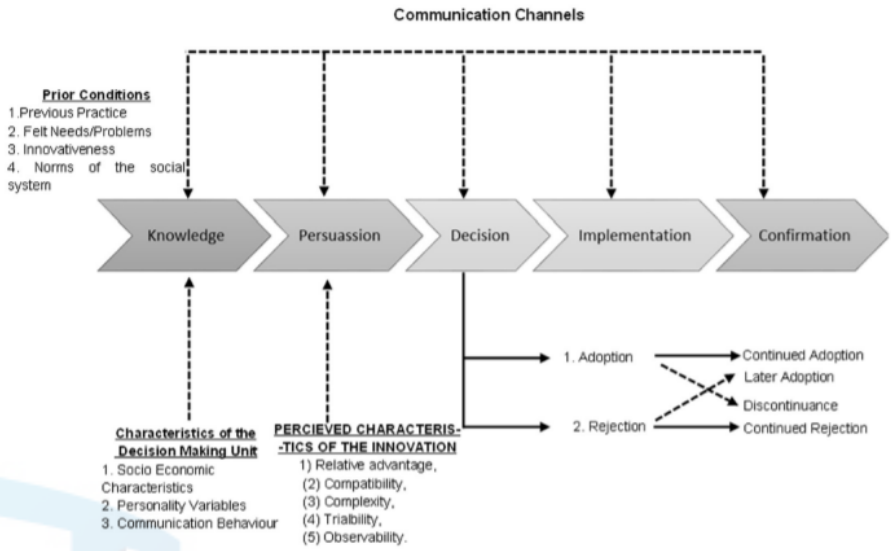
[표 2-9] 조직혁신과 관련된 독립변수(Rogers, 2003)

변수	정의	혁신에의 영향
개인(리더) 특성	1. 변화에 대한 태도(Attitude toward change)	정(+)
조직구조의 내부적 특성	2. 집중화(Centralization) : 시스템에서의 권한 및 제어의 집중화 정도	부(-)
	3. 복잡성(Complexity) : 조직 구성원이 보유하고 있는 높은 지식의 상대적 수준 정도	정(+)
	4. 형식화(Formalization) : 조직 스스로 강조하고 있는 구성원이 준수하는 규정 및 절차의 정도	부(-)
	5. 상호 연결성(Interconnectionedness) : 사회적 시스템에서 조직이 개인 간 네트워크에 의해 연결된 정도	정(+)
	6. 조직적 여유(Organizational slack) : 위임되지 않은 리소스를 조직에서 사용할 수 있는 정도	정(+)
	7. 크기(Size)	정(+)
조직의 외부 특성	8. 시스템 개방성(System openness) : 파트너, 고객 및 기타 네트워크와의 개입 정도	정(+)

혁신 결정 과정은 개인(또는 다른 의사 결정기구)이 혁신에 대한 최초의 지식에서 혁신에 대한 태도 형성, 채택 또는 거부 결정, 새로운 아이디어 구현, 그리고 이 결정에 대한 확인에 이르는 과정을 말한다(Rogers, 1983) 즉, 지식단계, 설득단계, 결정단계, 구현단계, 확인단계의 5개 단계로 구분할 수 있으며 그 이미지는 [그림 2-12]와 같다.

초기 조직 혁신 확산 연구에서의 성공이 크게 주목 받지 못했던 것에도 불구하고 IDT 기술 채택을 설명하는 많은 견고한 변수 즉, 리더십과 경영, 조직 규모, 수용자 특성이 조직이 기술을 채택하는 속도에 관련되었는지가 검증

되었다.



[그림 2-12] A Model of Five Stages in the Innovation-Decision Process (Source: Diffusion of Innovations, Third Edition by Everett M. Rogers, 1983)

Hosein et al.(2004)은 주식중개업의 정보 및 커뮤니케이션 기술연구에, Agnes M. & David D.(2006)은 와인 소매에, 남수태 외(2013)는 스마트폰 지속사용의도에 관한 연구에, Sarah et al.(2014)는 무료 온라인 속보에 관한 연구에, 심재익(2017)은 유기제품의 지속사용의도 연구에, 박정훈(2007)은 정보기술 확산 영향요인 연구에, 김회수 외(2018)은 e-러닝 정책수용 확산검사 개발 연구에 Rogers의 혁신 확산 이론을 적용하였다.

나) TOE 프레임워크

TAM, UTAUT 등 많은 기술수용 모델들이 개인의 수용결정 여부에 집중되어 있으나, 조직에서의 많은 기술들은 개인의 인지적 힘으로 판단하기에는 너무 크고 복잡하며, 일반적으로 단일조직 참여자들의 임의 권한으로 채택 또는 활용되기(Tornatzky & Fleischer, 1990) 때문에 조직의 채택여부를 연구하기 위해서는 보다 강력한 프레임 워크가 필요하다.

이런 배경에서 기술-조직-환경 구조의 TOE(Technology Organization Environment) 프레임워크는 Rocco DePietro, Edith Wiarda, Mitchell Fleischer(DePietro et al., 1990)에 의해 개발된[8] 조직적 맥락(Organization context)에서의 MIS(Management Information System) 채택을 이해할 수 있는 조직 수준의 다중 관점의 프레임 워크(multi-perspective Framework)이다. 이는 혁신 프로세스의 한 부분 즉, 기업 맥락(Firm Context)으로 혁신의 채택 및 구현에 미치는 영향(Baker, 2011)을 나타내는 것이다. 특히 복잡한 IT혁신의 채택에는 이러한 요인이 필요하다(Swanson, 1995). 이 프레임 워크를 기반으로 한 기술 혁신 채택 프로세스는 다음 세 가지 맥락 요소(Context elements)로 정의된다.

- 조직과 관련된 내부 및 외부 기술을 나타내는 기술 맥락(Technological context):

시장에서 사용 가능하지만 현재 사용되지 않는 기술(Baker, 2011)뿐만 아니라 회사에서 이미 사용 중인 기술을 모두 포함하며, 이러한 기술의 장착 또는 실행으로도 포함될 수 있다. 또한, 이 모델의 측면은 Rogers(2003)가 수용가능성에 영향을 미친다고 주장하는 5가지 혁신 속성(상대적 이점, 호환성, 복잡성, 시험 가능성, 관찰 가능성)을 모두 포함하고 있으며, 이 부문을 연구한 연구자들은 급진적인 수용이 상대적 우위를 증가 시키지만 호환성은 감소시킨다는 사실을 주목하고 있다.

8) TOE 프레임워크는 DePietro, Wiarda and Fleischer에 의해 개발되었으나 많은 연구에서 Tornatzky & Fleischer (1990)의 연구로 인용되고 있음.

– 조직적 맥락(Organization context):

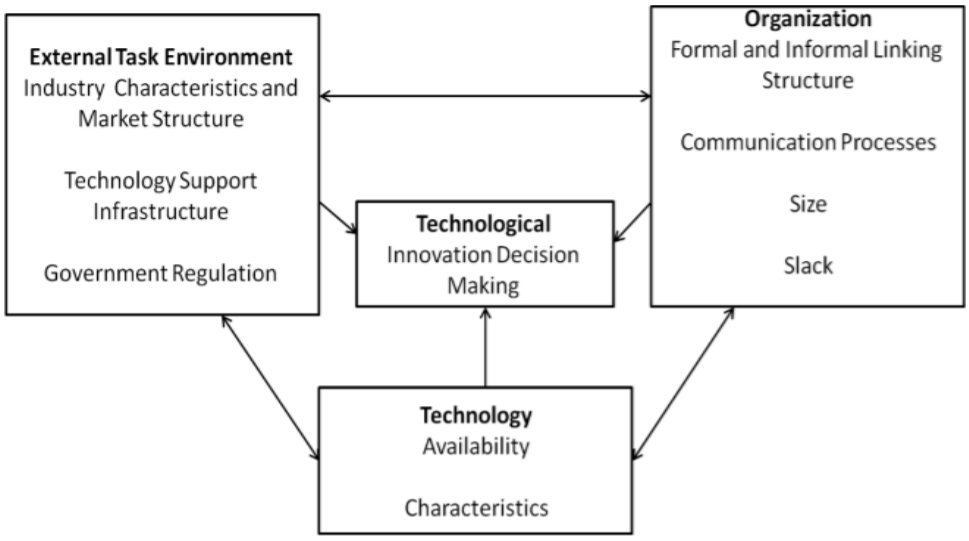
자원 및 그 기업의 특성과 관련이 있다. 예를 들면, 규모와 경영 구조를 포함한다. 수용 여부는 의사소통과 통제를 위한 공식 및 비공식 조직 내 메커니즘의 영향을 받으므로 조직의 자원과 혁신성은 또한 중요한 역할을 한다.

– 기업이 비즈니스를 수행하는 경쟁적인 환경을 가리키는 환경적 맥락(Environmental context) :

경쟁적인 환경은 산업, 경쟁 업체, 파트너 관계 등을 예시로 들 수 있으며, 매출, 종업원 수, 고객 기대, 가용 재무자원, IT 준비성 등이 전형적인 환경요소이다(Zhu and Karmer, 2005). 회사의 전략적 의사 결정은 경쟁, 구매자 및 공급 업체와의 관계는 물론 업계 라이프 사이클 단계(DePietro et al., 1990)와 같은 업계 특성에 부분적으로 의존하고 있으며, 새로운 기술의 조직적인 채택은 효과적인 배치를 위한 선행 기술을 필요로 하므로 Attewell(1992)은 일부 조직에서 통합자(Integrators) 또는 컨설턴트를 통한 외부 기술의 채택이 필수적이라는 사실을 발견했다.

이 세 가지 맥락 요소(Context elements)은 기술 혁신에 대한 제약과 기회를 모두 나타내는데 서로 상호 작용하고 기술 혁신 의사 결정에 영향을 미칠 수 있는 것으로 받아들여진다(Tornatzky & Fleischer, 1990). 이러한 맥락 요소는 회사의 기술 혁신 수준에 영향을 미치므로 실제로 처음에 소위 TOE 프레임 워크라고 제안되고 이후 IT 채택 연구에 적용된 TOE 프레임 워크는 변수를 범주화하는 분류법에 불과하며, 통합된 개념 프레임 워크 또는 잘 개발된 이론을 나타내는 것은 아니라는 평가도 있지만, 다른 한편으로는 혁신 자체의 본질과 조직을 채택하는 동기, 역량 및 광범위한 환경적 맥락을 구별하는 데 유용한 분석 도구(Dedrick & West, 2004)로도 평가받고 있다.

이 세 가지 핵심 구조는 [그림 2-13]과 같다.



[그림 2-13] TOE(Technology, Organization, and Environment) Framework (Tornatzky and Fleischer, 1990)

Fariba et al.(2015)은 TOE 프레임워크를 활용하여 SaaS(Soft as a service) 수용의 요인은 혁신기술 속성으로 상대적 우위, 호환성, 복잡성, 시행 가능성, 보안성 및 개인 정보이며, 조직 속성은 IT 자원 및 공유 및 협업 문화 그리고 환경 속성은 경쟁 압력 및 사회적 영향이라고 하였으며, 윤경(2015)은 클라우드 컴퓨팅 서비스 수용과 관련 기술적 측면으로 상대적 이점, 복잡성, 기술 준비성, 보안성을 변수로 조직적으로는 사회적 영향, 비용절감, CIO혁신성, 재무준비성을, 환경적 측면으로 제도적 지원 등으로 독립변수로 설정하였으며, 실증분석 결과 성과기대, 노력기대, 사회적 영향, 촉진조건이 클라우드 사용의도에 긍정적 영향을 준다고 하였다. Prodromos et al(2016)은 중소기업이 e-비즈니스 채택률이 낮아 기술진화의 기회를 놓치고 있는데 이는 중소기업이 필요한 자본을 창출하지 못하고 있는 것과 전문지식을 가진 관리자와 종업원이 부족하며, 정부의 지원이 빈약하기 때문이라고 TOE 프레임워크로 실증분석을 하였다.

이상 검토된 주요 기술수용 모델에 사용된 변수를 [표 2-10]에 정리하였다.

[표 2-10] TAM, UTAUT, IDT, and TOE의 기본 변수

이론	독립 변수 (변수1-10)	연구 범위와 주요 개념
기술수용모델 (Technical acceptance model) 종속변수 : 태도, 사용의도, 실제사용	1. 인지된 유용성 2. 인지된 사용편리성	- 행동과 관련성을 태도로 개념화 - 기술 수용과정에서의 외부 변수 - 태도에서 행동 예측
통합 기술 수용모델 (Unified theory of acceptance & use of technology, UTAUT) 종속변수 : 사용의도, 사용	3. 기대성과 (+) 4. 기대노력 (+) 5. 사회적 영향 (+) 6. 촉진 조건 (+) Moderators(나이, 경험, 자발성, 성별)	- 작업환경에서의 개인적 수용 - 거의 필수적 설정이면서 자발적 환경에서도 사용 - 사용의도와 실제 사용 - 미시적 수준/ 내부 조직 - 일반 기술 수용 이론
혁신 확산 이론 (Innovation diffusion theory) 종속변수 : 조직의 혁신성	7. 개인(리더) 특성 - 변화에 대한 태도 (+) 8. 조직구조의 내부특성 - 중앙 집중 (-) - 복잡성 (+), 형식화 (-) - 상호연결성 (+) - 조직적 여유 (+) - 크기 (+) 9. 조직의 외부 특성 - 시스템 개방성 (+)	- 수용 전(pre-adoption) - 프로세스로의 확산 - 조직과 거시적 수준 - 수용 카테고리 - 일반 기술 수용 이론 (general technology adoption theory)
기술 - 조직 - 환경 프레임워크 (TOE) 종속변수 : 기술혁신 판단	10. 조직 - 공식, 비공식 연결 구조 - 소통 프로세스 - 크기, 여유 11. 기술(Technology) - 유효성(availability) - 특성(characteristics) 12. 외부 작업 환경 - 산업, 시장 특성 - 기술 지원 인프라 - 정부 법률	- 실제 사용, 수용 후 - 조직과 매크로 수준 - 조직간 (inter-organization) - 일반 기술 수용 이론 (general technology adoption theory)

㈜ 연구자가 선행연구 내용을 토대로 편집

제 4 절 정보시스템 성공 모형

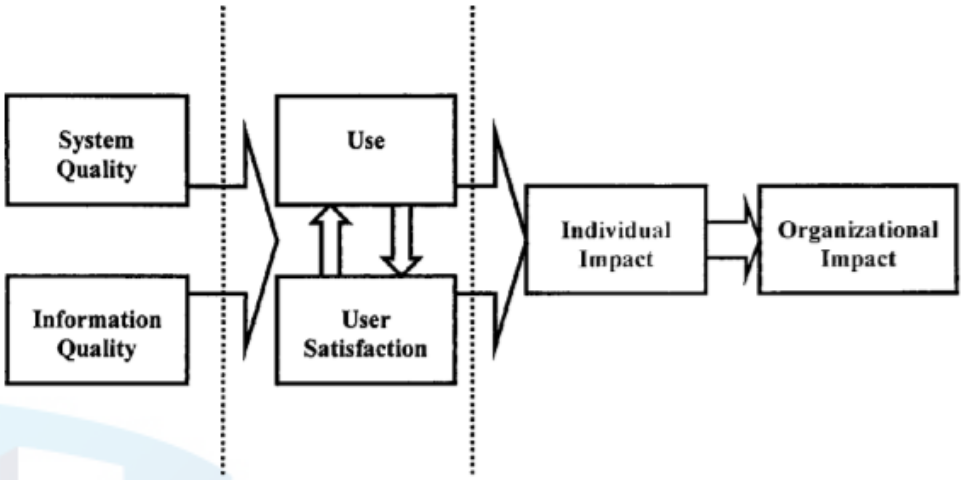
1) DeLone & McLean IS(Information System) 성공 모델

정보시스템 관리 및 투자의 가치와 효율을 이해하는데 정보 시스템(Information System)의 성공 또는 효과성은 중요한 요소이므로 DeLone & McLean IS 성공 모델(1992)은 정보 시스템 성공과 관련된 이전의 연구를 보다 일관된 지식 체계로 통합하고 미래의 연구자들에게 지침을 제공하는 것을 목적으로 1970년대와 1980년대에 수많은 연구된 이론 및 경험적 정보시스템 연구를 기반으로 1992년에 정보시스템 성공을 개념화하고 운영할 수 있게 하는 분류 체계와 상호 작용 모델의 프레임 워크로 제안되었다(DeLone & McLean, 2003). 핵심적으로 Shannon & Weaver(1949)가 수행한 통신 기술적 수준을 정보를 생산하는 통신 시스템의 정확성과 효율성으로 정의하는 의사소통 연구와 Mason(1978)의 정보 영향 이론, 그리고 1981년부터 1987년까지의 경험적 경영 정보 시스템(MIS) 연구들을 기반으로 정보시스템(IS) 성공의 포괄적이고 다차원적인 모델로 상정했다.

DeLone & McLean IS 성공 모델에서 "시스템 품질"은 기술적 성공을, "정보 품질"은 의미론적 성공을 측정하며, "사용, 사용자 만족도, 개별 영향 및 조직 영향"은 효과 성공을 측정한다. 프로세스와 인과적 고려 사항을 바탕으로 하는 성공의 여섯 가지 측면은 독립적인 것이 아니라 상호 관련성이 있다고 제안되는데 이것은 실증적 연구에서 IS 성공의 측정, 분석 및 보고에 중요한 함의를 지닌다. 시간적 프로세스 모델은 다양한 기능으로 시스템의 다양한 정도 및 정보의 품질을 나타내는 것으로 특징 지어 질 수 있다.

사용자와 관리자는 시스템을 사용하여 이러한 기능을 경험함에 따라 시스템 또는 정보 제품에 만족 또는 불만족을 느끼게 된다. 시스템 및 시스템의 정보 제품의 사용은 업무 수행 과정에서 개별 사용자에게 영향을 미치며, 이러한 개별적인 영향은 최종적으로 조직에 집합적으로 영향을 미친다(DeLone & McLean, 2003). [그림 2-14]가 최초의 DeLone & McLean IS 성공 모델이다. 성공 분류법과 성공 모델을 결합하려는 목적은 성공의 차원들 사이에

가능한 인과 관계를 이해하고 관계를 보다 간략한 설명을 제공하는 데 도움이 되는 것이었는데, 불행하게도, 일부 연구자들은 이 조합이 번거롭다고 입증하고 여러 가지의 재구성 모델을 제안했다.

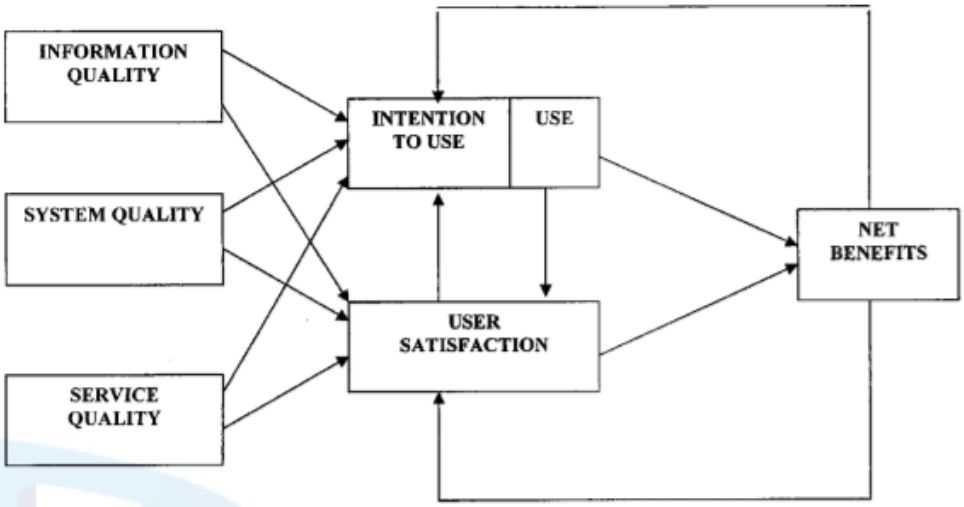


[그림 2-14] DeLone & McLean IS(Information System) 성공 모델 (1992)

2) 수정된 DeLone & McLean IS(Information System) 성공 모델

DeLone & McLean(2003)은 최초의 성공모델 발표 이후 각 종 실증 연구 보고서를 바탕으로 정보 시스템의 역할과 관리의 변화를 기반으로 원래의 성공 모델을 수정하였다. 품질에는 "정보 품질", "시스템 품질" 및 "서비스 품질"이라는 세 가지 주요 특성이 있다. 각각은 개별적으로 또는 공동으로 후속 "사용" 및 "사용자 만족도"에 영향을 미칠 수 있기 때문에 별도로 측정(또는 통제)해야 한다고 하였다. 또한 "사용"(필수 대 자발적, 정보 기반 대 비정보 기반, 효율적 대 비효율적 등)에 대한 다차원적 측면을 해석함에 있어서 어려움이 있을 수 있으므로 "사용 의도"가 일부 상황에서 “사용”에 대한 가치 있는 대안 척도가 될 수 있다고 제안하였다. "사용 의도"는 태도이며 "사용"은 행동이다. 전자를 후자로 대체하면 Seddon(1997)이 제기 한 프로세스 대 인과 관계에 대한 문제를 해결할 수 있다. 그러나 태도와 행동과의 관계는 측정

하기가 악명 높을 정도로 어렵기 때문에 많은 연구자들이 "사용"을 유지하기를 원할 수 있지만 이해하기 위해서는 더 많은 정보가 필요하다고 하였다.



[그림 2-15] 수정된 DeLone & McLean IS 성공 모델(2003)

DeLone & McLean IS 성공 모델의 원래 공식에서와 마찬가지로 "사용"과 "사용자 만족도"는 서로 밀접한 관련이 있다. "사용"은 프로세스 감각에서 "사용자 만족"보다 우선해야 하지만 "사용"에 대한 긍정적인 경험은 인과 관계에서 더 큰 "사용자 만족도"로 이어질 것이며, 마찬가지로 '사용자 만족도'가 높아지면 '사용 의향이 높아져서 “'사용”하게 된다고 하였다.

이 "사용" 및 "사용자 만족도"의 결과로 특정 "순 혜택"이 발생한다. 정보시스템이나 서비스가 계속되어야 한다면, 시스템의 소유주 또는 스폰서의 관점에서 볼 때 "순편익"이 양의 값을 갖고 있다고 추정하고, 후속 "사용" 및 "사용자 만족도"를 강화한다. 그러나 "순편익"이 마이너스이며 이러한 피드백 루프는 여전히 유효하여 긍정적인 혜택이 없다면 사용이 감소하고 시스템 또는 IS가 중단 될 수 있다. 연구자가 직면 하는 과제는 "순편익"을 측정 할 이해관계자와 상황을 명확하고 신중하게 정의하는 것이다.

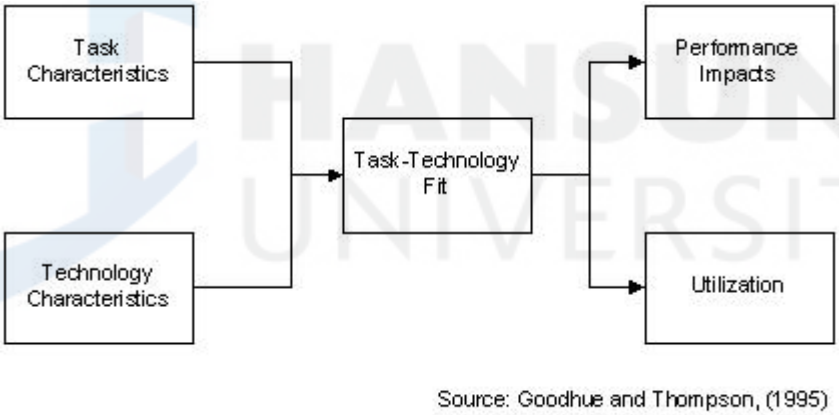
수정된 DeLone & McLean IS 성공 모델에는 제안된 연관성을 프로세스 차원과 성공 차원 사이의 연관성으로 나타내지만 인과 관계에서 그러한 연관

성에 대한 긍정적 또는 부정적 징후를 나타내지는 않으므로 이러한 인과 관계의 본질은 특정 연구의 맥락에서 가정되어야한다. 예를 들어 높은 품질의 시스템은 더 많은 사용, 더 많은 사용자 만족 및 긍정적인 순편익과 관련이 되며 제안된 연관성은 모두 긍정적일 것이다. 또 다른 상황에서는 품질이 떨어지는 시스템을 더 많이 사용하면 불만족과 부정적인 순 편익이 늘어 날 수 있는데 제안된 연관성은 부정적인 것 이라고 했다. 정보시스템 성공평가 모델로 Pitt et al. 성공모형(1995), Seddon 성공모형(1997)등이 있으나 DeLone & McLean의 성공모형이 여러 연구모형 중에서 가장 포괄적인 성공모형으로 인정받고 있다(주기중, 2004).

최근의 DeLone & McLean(1992, 2003)의 성공 평가 모델 연구를 살펴보면, 전현재 외(2014)는 모바일 환경에서의 학사 정보시스템의 실질적인 성공을 이용자의 지속 이용으로 규정하고, 정보시스템 품질과 지각된 유용성 및 만족이 지속이용의도에 영향을 미치는 요인임을 확인하고 사용자 만족과 지속적 이용을 서비스 품질의 관리와 개선이 필요하다고 하였으며, Wang et al.(2014)는 품질 속성이 사용자 만족도에 긍정적인 영향을 미치므로 시스템 사용의 중재를 통해 직접 또는 간접적으로 학습 성과에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 이윤재(2015)는 DeLone & McLean(2003)의 수정된 IS 성과평가 모델을 활용하여 대학 e-포트폴리오 시스템 검정을 연구하여 시스템품질과 서비스품질이 이용성에 긍정적 영향을 미치고, 이 이용성은 성과에 긍정적 영향을 미친다고 하였다. 또한, 박인근(2016)은 기업 영업지원 소프트웨어 사용 성과에 영향을 미치는 요인을 연구한 결과 DeLone & McLean(2003)의 모델을 대부분의 경우에 그대로 적용할 수 있다고 하였다. 이흥제 외(2018)은 촉진조건이 신규 정보시스템 이용의도/이용, 정보시스템 구축, 정보시스템 품질, 업무프로세스 효율화, BSC 측면의 정보기술 성과에 높은 영향을 준다고 하였다. 이와 같이 새로운 기능이 사용자를 만족시킬 지 여부를 테스트하고 사용 의도의 결과에 따라 사용자가 시스템을 수락하고 채택할지 여부를 테스트하기 위해 평가를 DeLone & McLean(2003)의 모델로 수행 할 수 있다(Chiu et al., 2016).

제 5 절 업무 기술 적합성 모델(Task-Technology Fit Model)

업무와 기술에 대한 적합성이 업무 요구사항과 개인능력의 적합한 정도라고 한 Goodhue & Thompson(1995)이 TAM을 확장하여 제안한 업무 기술 적합성 모델(TTF : Task-Technical Fit Model)은 개인이 업무를 수행할 때 정보 기술이 얼마나 잘 지원해주는 가를 의미하는 것(Goodhue, 1998, Goodhue & Thompson, 1995)이다. 과제, 기술 및 특정 IT 사용자의 적합성에 대한 인식은 기술사용에 긍정적인 영향을 미치므로 업무와 기술이 적합하다고 함은 업무를 수행할 때 기술이 업무 수행에 업무가 원만히 처리 될 수 있도록 적절한 정보를 제공하여 개인이 최적의 의사결정을 할 수 있게 도와줌에 따라 최고의 성과를 낼 수 있다는 의미이다. 제안 모델은 [그림 2-16]과 같다.



[그림 2-16] Goodhue & Thompson(1995)의 업무 기술 적합성 모델(TTF : Task-Technical Fit Model)

Goodhue & Thompson(1995)이 제안한 업무 기술 적합에 영향을 미치는 요인은 다음과 같다.

- 기술특성 - 기술은 개인이 업무에 사용하는 도구(Goodhue, 1995).
- 업무특성 - 업무 특성은 업무 복잡성, 업무 빈도, 업무시간 중요성

(Carlos Tam & Tiago Oliveira, 2016)으로, 불확실성, 복잡성, 갈등(MacCrimmon & Taylor, 1976)으로 또는 난이도, 다양성 (Van de Ven & Ferry, 1980)등으로 구분

- 업무기술 적합 - 접근성(Accessibility), 지원(Assistance), 사용편리성(Ease of Use), 시스템신뢰성(System Reliability), 정확성(Accuracy), 호환성(Compatibility), 보급 수준(Level of Confusion), 제시(Presentation), 혼란 수준(Level of Confusion), 세부 사항 수준(Level of Detail), 의미(Meaning), 장소(Location)의 12개 차원으로 분류(Goodhue, 1995).

이러한 업무를 기반으로 하는 전략은 기술과 과제 특성 간의 일치를 더 잘 설명 할 수 있기 때문에 개별적인 성과와 기술사용을 향상시킬 수 있다(Topi et al., 2005).

TTF를 사용한 이전 연구는 지식 관리 시스템 (KMS) 사용(Lin & Huang, 2008), 블로그 사용(Shang et al., 2007), 위치 기반 서비스(Junglas et al., 2008), 정보 기술 사용(Lee et al., 2007a), 학습 관리 시스템(LMS)을 이용한 성과 영향(McGill & Klobas, 2009) 등이 있으며, 일부 연구는 m 뱅킹 사용 의도를 설명하기 위해 UTAUT(Zhou et al., 2010)와 결합을, 조직에서 사용자의 무선 기술의 사용 의도를 설명하기 위해 TAM을 TTF와 결합하여 연구를 진행(Thomas Schrier et al., 2010; Yen et al., 2010)하였다.

제 6 절 신기술 사용의도 관련 독립변인

1) 불확실성(Uncertainty)

불확실성은 의사 결정에 따른 결과를 잘 예측할 수 없는 상황을 의미(Pfeffer & Salancik, 1978; Das & Teng, 2004)한다. 구매자는 구매의사 결정 시 그 결과를 정확하게 예측하는 것이 불가능하므로 구매 행동의 결과는 본질적으로 불확실한 것이다(Bauer, 1960). 불확실성은 리스크, 협의의 불확실성, 무지, 비결정성, 복잡성, 불일치, 애매성으로 분류(Wynne, 2001)할 수 있으며 [표 2-11]과 같이 설명될 수 있다.

[표 2-11] Wynne(2001)의 불확실성의 분류

분류	내용
리스크	위해의 내용을 알고 그 발생 확률도 알고 있음
협의의 불확실성	위해의 내용을 알고 있지만 그 발생확률이 불명함. 단, 불확실성의 정도는 정량적으로 추정됨.
무지	미지의 위험이 있는지 없는지 조차 불명확. (재 구매의 불확실성)
비결정성	어떤 종류의 문제인지, 어떤 요인이나 조건에 관계가 있는지 불명확하여 문제를 보는 각도(프레이밍)가 결정되지 않아 논의가 되지 못함
복잡성	결정하는 요인이 하나로 정의되지 않는 등 복합적인 비선형
불일치	프레이밍, 연구방법, 해석의 다양성, 참가자의 능력에 의심을 가짐
애매성	일의 형태가 정확한 의미나 무엇이 주요한 현상이나 요인인지가 애매

의사 결정 연구에서의 불확실성은 행동과학의 의사결정, 조직구조/전략선택 의사결정으로도 구분할 수 있는데 불확실성은 대상과 결과에 대한 부정확하거나 불충분한 지식 또는 정보와 미래 예측의 불안정성으로부터 발생한다(최도영, 이건창, 2016). 연구자들은 다차원적인 관점에서 접근하고 있는데 이는 의사결정과제의 특성에 따라 다양하게 적용할 수 있는 장점이 있다고 한다(Tosi & Slocon, 1984). Milliken(1987)의 다차원 개념을 보면 사건 결과를 미리 확률로 예측할 수 없는 상황 불확실성, 이 상황 불확실성이 초래할 결과를 미리 파악하가 어려운 결과 불확실성과 이런 불확실한 선택으로 나타나는 결과를 정확히 예측할 수 없다는 반응 불확실성으로 3가지의 개념으로 발표하였다.

제품이나 서비스의 유형으로 보면 물리적 실체가 있는 유형성 제품보다 직접 보거나 만질 수 없는 무형적 속성의 제품, 서비스의 구매 시에 불확실성을 더 높게 지각할 것이며, 불확실성이 높으면 구매 후 후회할 가능성이 높아지며, 만족할 가능성은 줄어들며(주선희, 구동모, 이성엽, 2012), 불확실성에 대해 기업들은 거래비용 관점에서 불확실성을 인지할 경우 투자에 대한 보상획득이 올바르게 이루어지지 못할 것이다(Alvarez & Barney, 2005).

스마트 공장의 경우도 대표적으로 소프트웨어와 서비스를 포함하는 무형성의 제품으로 수용 계약 시 완료 시의 결과물 및 성과를 정확히 예측하기 어려운 특성을 보유하고 있어 스마트 공장 수요기업들 중에 수용에 어려움을 느끼는 대표적인 이유로 투자대비 효과가 불확실한 성과 불확실성을 들고 있다(중소 벤처기업의 4차 산업혁명 대응실태조사, 2017).

2) 흡수역량(Absorptive capacity)

Cohen & Levinthal(1990)은 조직의 경쟁 우위의 핵심 동인으로 흡수역량(absorptive capacity)의 개념을 소개하였다. 흡수역량의 핵심 요소는 (1) 외부의 새로운 정보에 대한 가치 인식, (2) 그 정보를 내부의 지식으로 동화시키는 것, (3) 해당 정보를 체득하고 활용(상업적 목적에 적용)하는 것으로 외부로부터 새로운 기술과 지식을 인지하고 획득하였을 때 이미 기업이 관련 지식을 보유하고 있을 경우에는 그 지식에 포함되어 있는 최근의 과학적, 기술적 요소를 바탕으로 새로운 지식을 이해하고 흡수하여 동화하는데 효율적이며, 새로운 제품이나 아이디어를 확보하는 보다 용이하게 접근할 수도 있다고 주장하였다.(Cohen & Levinthal, 1990). 즉, 기술혁신과정에 있어서, 해당 기업이 보유하고 있는 축적된 사전 지식수준과 기술혁신 과정상의 기술적 학습능력, 기술전략, 기술리더십 등으로 표현할 수 있는 노력과 의지의 정도에 따라 혁신성과에 영향을 미칠 수 있는 역량이 바로 '흡수역량'이라고 하였다. 즉, 새롭게 획득한 외부의 지식을 기존의 기업 내부역량과 어떻게 조화시켜 효율적으로 활용할 수 있는가에 대한 능력을 흡수역량 이라고 하는데 기업은 이런 흡수역량을 통하여 제품개발 및 공정개선 등과 같은 혁신을 일으킨다고 하였다.

흡수역량에 대해서 Lane & Lubatkin(1998)은 흡수역량이 외부의 새로운 지식자원을 인식하고 활용하여 새로운 지식 창출, 내재화 및 활용할 수 있는 능력이라고 하였으며, Zahra & George(2002)은 기업의 경쟁력 강화를 위해 외부로부터 지식을 획득하고 이를 내재화할 수 있도록 변환시키고 응용하여 활용하는 조직 활동능력으로 정의 하고 있다.

흡수역량의 차원에 대해서도 다양한 연구가 진행되었으나 Zahra & George(2002)가 제안한 획득, 동화, 변형, 활용이 보편화되어 있으나 주요 차원에 대한 연구는 [표 2-12]과 같다.

[표 2-12] 흡수역량의 차원

연구자	흡수역량의 구성 차원
Cohen & Levinthal(1990)	① 가치인식(Recognize the value) ② 동화(Assimilate) ③ 적용(Apply)
Heeley(1997)	① 획득(Acquisition), ② 확산(Diffusion) ③ 자산화(Technical Capabilities)
Lane & Lubatkin(1998)	① 인지/평가(Recognition/valuation) ② 동화(Assimilation) ③ 적용(Application)
Zahra & George(2002)	1. 잠재적 흡수역량 (Potential Absorptive Capacity) ① 획득(Acquisition) ② 동화(Assimilation) 2. 실현적 흡수역량 (Realized Absorptive Capacity) ③ 전환(Transformation) ④ 활용(Exploitation)
Lane, Koka & Pathak(2006)	① 탐색(Exploratory learning) : 인식 및 이해(Recognize and understand) ② 전환(Transformative learning) : 가치 있는 외부지식의 동화(Assimilate) ③ 활용(Exploitative learning) : 동화된 외부지식 적용(Apply)
Todorova & Durisin(2007)	① 가치인식(Recognize the value) ② 획득(Acquire) ③ 동화(Assimilate) ④ 전환(Transform) ⑤ 활용(Exploit)
Lichtenthaler (2009)	① 탐색(Exploratory learning) ② 전환(Transformative learning) ③ 활용(Exploitative learning)

주) 선행연구를 연구자가 정리

3) 기업가 정신(Entrepreneurship)

Schumpter(1934)는 기업가에 대한 정의와 함께 기업가 정신은 지속적으로 새로운 변화를 추구하는 창조적 변혁과정으로 정의하였다. 이는 대응, 기회를 포착하여 위험감수를 통해 새롭게 변신해가는 과정(Miller, 1983)이라고 할 수 있다. 변혁적 리더십은 합리적 교환관계를 넘는 공헌 욕구를 회사의 구성원으로부터 이끌어 내는 것으로 비전제시, 구성원들의 비전 달성에의 동기 유발, 상하 간 신뢰분위기 조성 등으로 구성원의 열정을 고무시키는 것(Bass, 1985)으로 새로운 기술혁신, 고용창출, 경쟁력 등의 중심으로 기업성장에 필수적 공헌을 한다(Kuratko & Hodgetts, 2007). 기업가 정신은 제조업을 대상으로 주로 연구되어 왔으나, 다른 여러 산업에도 적용 가능한 행동적 정의(Kaufmann & Dant, 1999)이다.

또한, 기업가 정신은 규모가 작을수록 기술혁신 활동이 최고 경영자의 특성에 영향을 받으므로(Shane & Venkatraman, 2000) 벤처기업에서 최고 경영자의 기업가 정신은 기업 내부의 혁신을 강화시키고 외부 협력을 확대하도록 하여 기술기반 기술혁신 성과를 강화(최종열, 2015)시킨다.

기업가 정신의 구성요인은 연구자에 따라 차이는 있으나 일반적으로 혁신성, 위험 감수성, 진취성(Kreiser, Marino, Davis, Tanf & Lee, 2010)으로 이 요인들을 통해 기업이 새로운 투자로 성장을 추구할 수 있으며(Dess & Lumpkin, 2005), 기업의 경쟁력을 강화시키는 것으로 볼 수 있다(Chang, Lin, Chang & Chen, 2007). 기업가 정신의 구성요인인 혁신성, 위험감수성, 진취성에 대한 주요 연구는 [표 2-13]과 같다.

빅데이터 등 정보시스템관련 분야의 성공을 위해서도 최고경영층의 리더십이 필요하여 불확실성이 크고 높은 리스크와 혁신적 기회가 맞물려 있으므로 수용 의사결정 시점부터 과감한 최고경영층의 기업가 정신이 요구된다(박소현, 구본재, 이국희, 2016). 스마트 공장의 경우에도 투자 대비 효과에 대한 불확실성, 제품, 서비스의 무형성 등을 투자에 대한 어려움으로(김승택, 2016)으로 인식하고 있어 이를 극복하기 위해서는 반드시 기업가 정신을 바탕으로 진취적인 혁신이 요구되는 대표적인 분야라고 할 수 있다.

기업가정신의 연구 방향의 초점은 비즈니스 성장에 두고 있으므로(Galloway, Kapasi & Sang, 2015) 기업가 정신은 경제를 성장시키고 새로운 사업기회를 창출하는 역할(Mueller, 2011)로서 기업의 성장의지로 표현되고 있다.

[표 2-13] 기업가 정신의 구성요인

구성요인	개념 및 주요연구
혁신성	- 제품 및 프로세스, 마케팅, 비즈니스 관행, 직장 내 조직, 외부관계를 새롭게 구현하는 방법(Woodward, 2009) - 개발, 확산 프로세스에서 다른 구성원보다 상대적으로 더 빨리 수용하는 특성(Rogers, 2010)
위험감수성	- 확실한 성공이 보장되지 않아도 공격적으로 새로운 기회를 포착하는 능력(Dess & Lumpkin, 2005) - 전략 수립과정의 위험감수성은 자연적 또는 교육에 의해 생성되는 것이 아니고 비즈니스 환경에서 시행착오를 통해 생성(McCarthy, 2000)
진취성	- 미래 수요시장을 예상하여 시장을 선점하기 위한 적극적 행동(Lumpkin & Dess, 1996) - 전략적 기업가 행동의 중심적 개념으로 구성원의 자율성과 내부 협력관계가 높으면 기업가적 성향에 긍정적인 영향(Kresier, Marino, Kuratko & Weaver, 2013)

4) 무형성(Intangibility)

무형성은 실체가 없어 만질 수가 없으며, 쉽게 정의하기도, 체계화하기 어렵고 정신적으로 파악하기 쉽지 않은 것으로(Berry, 1980), 물리적 증거가 충분하지 않아 구체적이고 명확한 이미지를 제공할 수 없는 정도를(McDougall & Snetsinger, 1990) 제품과 서비스의 무형적 속성이라고 정의할 수 있다. Laroche et al.(2001)는 무형성을 다차원으로 분류하였는데 그 내용은 [표 2-14]과 같다.

[표 2-14] Laroche et al.(2001)의 무형성 차원 분류

분류	내용
물리적 무형성 (Physical Intangibility)	일반적으로 무형성으로 인지하고 있는 속성으로 사람의 오감을 이용해 판단할 수 없는 경우의 제품, 서비스 속성
일반성 (Generality)	소비자가 특정 제품 또는 서비스를 얼마나 구체적으로 인지하고 있는지를 설명하는 개념 예) 호텔(잠자는 곳으로 일반적으로 인지할 수 있으나, 객실, 레스토랑, 기프트 샵 등을 제공하는 숙박시설이라고 인지하면 특정하게 지각한 것임.
정신적 무형성 (Mental Intangibility)	제품이 물리적으로 인지할 수 있으나, 즉, 유형적 속성을 가지고 있으나 정신적으로 파악하기 어려운 특성 예) 전자레인지가 레스토랑의 식사만큼 생각할 수도 있음

서비스 마케팅 문헌에서 유형성 / 무형성은 유형 자산으로 추정되는 무형의 서비스를 구분하는 관점에서 대체로 논의되어왔다. 이 전통적인 서비스 마케팅 관점에 따르면 서비스는 일반적으로 본질적으로 무형이고 상품은 유형으로 묘사된다(Berry, 1980; Bebko, 2000; Edgett & Parkinson, 1993; Zeithaml et al., 1985). 이 관점은 유형과 무형의 제공물 간의 이분법을 제시하지 않았다는 점에 주목해야한다. 오히려, 일부 제공물은 본질적으로 다른

것보다 더 많은 무형성 또는 유형성을 포함하는 무형의 연속체를 주장했다(Shostack, 1977). 이 연구는 무형성을 문제가 되는 것으로 취급했다. 왜냐하면 무형성은 소비자 위험(Blois, 1974; Laroche et al., 2004), 결과의 불확실성(Rathmell, 1966), 서비스와 기대치의 부족 간의 비교가 불가능한 경우(Martín-Ruiz & Rondán-Cataluña, 2008)를 증가시키기 때문이다.

스마트 공장은 주로 공장의 생산 및 생산관리와 관련된 소프트웨어를 중심으로 서비스를 제공하는 형태로 제품은 대표적인 무형성의 속성을 지니고 있어 수용을 검토할 시점에 완벽하게 제품의 최종결과 및 이에 따른 성과를 예측하기가 어려운 구조로 되어있다.

HANSUNG UNIVERSITY

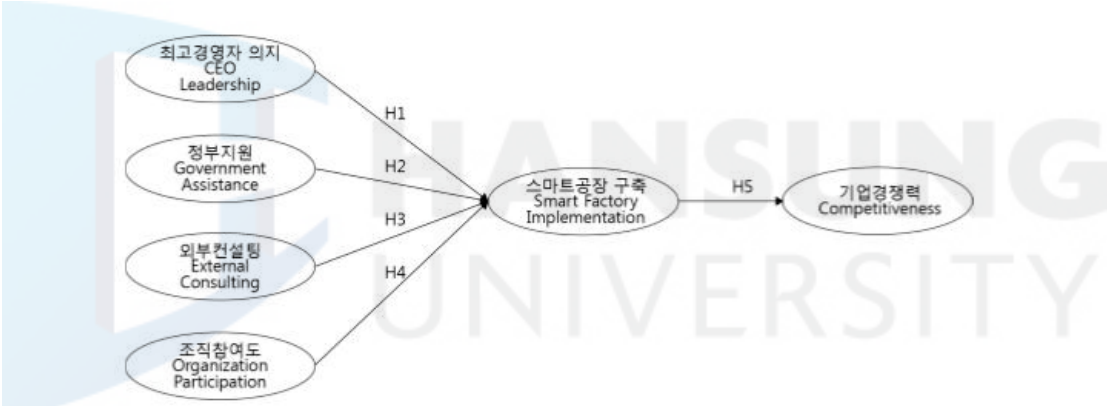
5) 재무준비(Financial Readiness)

재원의 준비와 정보시스템 혁신의 채택 사이의 관계는 이전 경험적 연구에서 발견되었다 (Haug A, et al., 2011; Chwelos et al., 2001; Grover et al., 1997; Iacovou et al., 1995). 정보기술 투자는 투자 재원이 항상 제한을 가지고 있는 것으로 인해 다른 투자 프로젝트와 집행하는데 경쟁 할 수 있으므로 정보 기술 투자의 수익과 이익을 확보하는 것은 일상적으로 조직 역량 내에서 중요한 것으로 평가할 수 있다(Love & Irani, 2004, Haug et al., 2011). 조직이 신기술을 수용하여 사용하고, 지속적으로 수준을 올리는데 재무적 자원은 중요한 요인(Iacovoy et al., 1995)이다.

HANSUNG UNIVERSITY

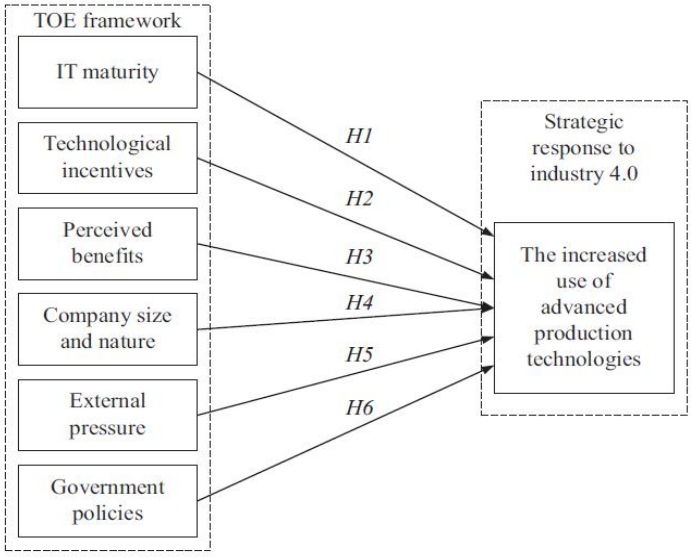
제 7 절 선행연구의 시사점

최영환, 김상현(2017)은 최고 경영자의지, 정부지원, 외부컨설팅, 조직참여도를 독립변수로 스마트 공장구축과 기업경쟁력을 매개 및 종속변수로 설정하고 스마트공장 시스템 구축이 중소기업 경쟁력에 미치는 요인에 관한 연구를 진행하였다. 저자는 이 연구의 한계를 정부주도의 스마트 공장 추진 초기이며(2014년 하반기부터 2016년 1월까지), 설문 대상도 101개 기업에 불과하여 설문결과를 일반화하기에는 다소 한계가 있을 수 있어 객관적인 연구 결과를 도출하기 위해서는 향후 연구에서는 더 많은 기업을 분석할 필요가 있다고 하였다.



[그림 2-17] 스마트공장 시스템 구축이 중소기업 경쟁력에 미치는 요인에 관한 연구 (최영환, 김상현, 2017)

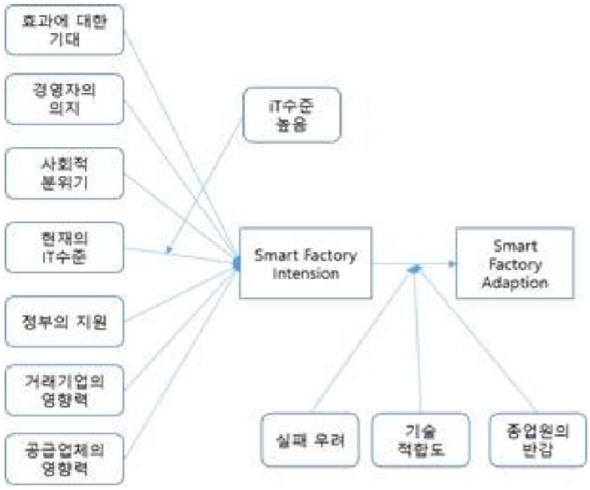
Danping Lin et al(2018)은 중국의 자동차 산업을 대상으로 TOE (technology-organization-environment) 프레임 워크를 활용하여 CPS (cyber-physical systems , 사이버 물리시스템), IoT(internet of things, 사물인터넷), 클라우드 컴퓨팅을 포함하는 Advanced production technologies 연구를 진행하였다. 이 연구의 한계는 중국의 자동차 산업에 한정되어 있을 뿐 아니라 165개의 샘플을 활용하여 역시 표본 수의 한계를 지적하였다. 또한 TOE의 요소 조합을 보다 다양하게 할 필요가 있다고 하였다.



[그림 2-18] Strategic response to Industry 4.0:an empirical investigation on the Chinese automotive industry (Danping Lin et al., 2018)

이태진, 김영준(2017)은 한국 중소기업의 스마트 공장 사업 참여 요인에 대한 실증 분석 연구를 시작하면서 빨리 기초를 닦고 저변을 확대해야 곧 불어 닥칠 미래 공장으로의 변화에 발걸음을 같이 할 수 있기 때문에, 보급 확산 사업이 활발하고 광범위하게 진행되는 것이 바람직하다고 하며 ,실제 수용을 주저하는 기업들의 우려 사항을 어떤 방식으로 해소할 것인데 대한 고민 필요하다고 하였다.

그리고 Giovanni M. et al(2013), 배병축(2017), 정병주(2017), 권도훈(2017) 등은 스마트 공장의 수용의도를 연구하는데 독립변수를 제조실행, 품질분석, 설비관리 등 실제 공급되는 스마트 공장 솔루션 종류 또는 기술적인 요인으로 선정하고 이들 솔루션 단위가 경영성과 또는 재무적 성과에 미치는 영향에 대해 연구를 진행하였다. 또한 김창용(2017), 임준홍(2017), 소병옥(2017)은 자동차 생산 공장, 발전소, 간장 제조 공장 등의 특정 분야의 스마트 공장을 대상으로 연구를 진행하였다.



[그림 2-19] 한국 중소기업의 스마트 공장 사업참여 요인에 대한 실증 분석(이태진, 김영준, 2017)

스마트 공장 수용과 관련 선행연구들을 검토한 결과 몇 가지 한계가 발견되었다.

우선 설문 대상이 스마트 공장 보급이 아직 초기 단계이고 연구 대상이 스마트 공장과 직·간접으로 관련이 있는 제조업의 담당자로 연구 대상을 찾기도 어려울 뿐 아니라 연구 대상으로 확인이 되어도 실제 접촉이 쉽지 않은 것이 현실이다. 이에 따라 선행연구들은 문헌 또는 특정 사례 연구중심으로 전개되고 있을 뿐 아니라 실증 연구를 전개하여도 제한된 표본 수로 진행하는 관계로 연구자들은 스스로 연구의 한계점에 객관화가 어렵다고 표현하고 있다. (최영환, 김상현, 2017; Danping Lin et al, 2018)

또한, 연구자들이 스마트 공장 연구에 주관적으로 제한된 기술, 제품적인 독립변수들을 즉, 제조실행, 공장 운영, 기업자원관리 등 특정 솔루션들을 독립변수로 선정하여 연구모델에 사용하거나 자동차, 간장공장 등 특정 제한된 분야를 대상으로 연구를 진행함에 따라 전체적인 정부 정책에 대한 제안이나 스마트 공장 수용에 대한 일반적인 기업 인식 제고 방안을 제안하기에는 스마트 공장 전반에 대한 영향 요소를 동시에 분석하여 시사점을 찾는 연구가 부족하였다.

제 3 장 연구 설계 및 조사 방법

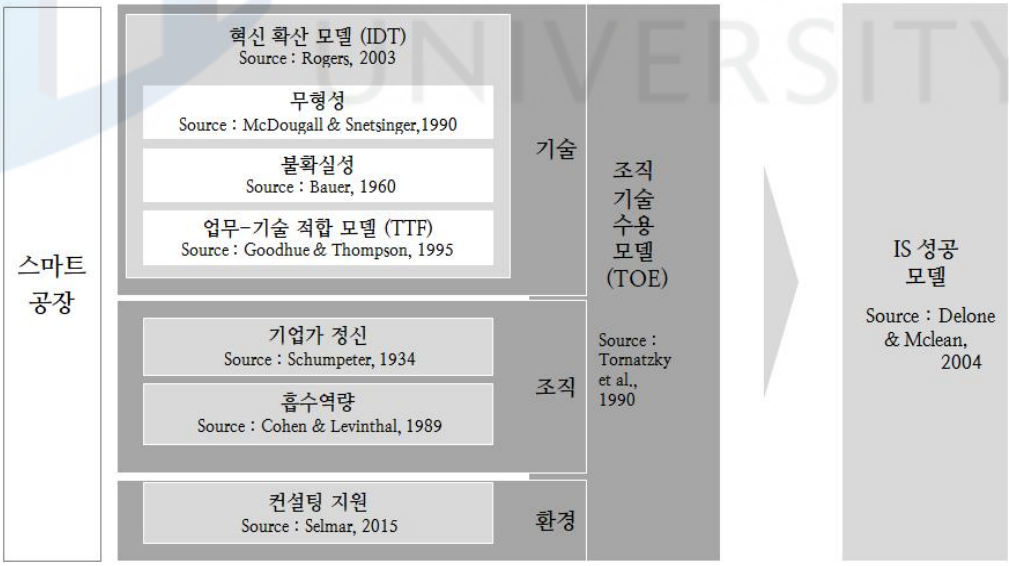
제 1 절 연구모형

산업계에서 스마트 공장에 대한 관심이 높아지고 있으며 한국정부에서 2017년까지 5,003개의 업체에 스마트 공장 수용자금을 지원하는 등 대기업뿐만 아니라 중·소기업까지 스마트 공장에 대한 투자 집행도 많이 되고 있지만 스마트 공장에 대한 수용 및 성과에 대한 연구는 아직 활성화되지는 못하고 있다. 그래서 본 연구에서는 연구 모형 구성을 위해 기존의 스마트 공장 관련 연구들과 함께 스마트 공장이 공장 자동화를 바탕으로 디지털화, 가시화 및 융합화를 하는 과정의 중심기술이 정보 기술이기 때문에(독일인공지능연구소, 2011) 스마트 공장과 밀접한 연관 관계가 있는 정보기술에서 많이 사용되는 연구 모델들을 바탕으로 하여 스마트 공장에 가장 적합한 모델과 변수들을 추출하여 연구 모형을 제시하고자 한다.

본 연구 모델에서는 [그림 3-1]과 같이 독립변수들은 정보통신 기술을 중심으로 조직의 기술 수용연구에 활용되는 TOE(Technology, Organization and Environment, 기술 조직 환경) 프레임워크(Tornatzky & Fleischer, 1990)를 중심으로 하고, 스마트 공장을 구성하는 기술 및 조직의 특성을 반영할 수 있도록 혁신 확산이론(Innovation Diffusion Theory)(Rogers, 1995; 2003)과 업무 기술 적합성 모델(Task-Technology Fit Model) (Goodhue & Thompson, 1995)을 활용한 연구에 많이 사용되는 변수들과 기업들의 조직적 특성을 설명해주는 변수들로 구성하였다. 매개 및 종속변수들은 성과여부를 평가하는 수정된 DeLone & McLean IS(Information system) 성공모델(DeLone & McLean, 2003)의 매개 및 종속변수를 인용하여 구성하는 형태로 이미 다양한 연구들로 검증된 연구모형들을 복합적으로 재구성하여 연구모형으로 구성하였다.

연구변수를 결정하기 위하여 신기술 수용과 관련된 연구에서 사용되고 있는 모델 및 프레임들을 전부 조사한 후 변수의 특성을 검토하여 스마트 공장에 직접적으로 관계가 있는 것으로 판단되는 변수를 도출하여 연구모델을 구성하는 과정을 진행하였다. [표 3-1]은 선행연구에서 이 독립 변수를 추출한 과정을 보여주고 있다.

이 과정을 통해 도출된 독립변수는 기술요인으로 불확실성(Uncertainty), 상대적 이점(Relative advantage), 무형성(Intangibility)과 적합성(Task-Technology fit)을 선정하였으며, 조직요인으로는 기업가 정신(Entrepreneurship), 흡수역량(Absorptive capacity), 회사 규모(Firm size)와 재무준비(Financial Readiness)로 설정하였다. 또한 환경요인으로 경쟁 환경(Competing environment), 정부 지원(Government regulation), 컨설팅 지원(Consulting supporting)으로 설정하였다. 그리고 매개 및 종속변수로는 Delone & Mclean의 IS성공모델의 변수를 그대로 활용하여 수용/수용의도, 만족도, 순편익으로 모델을 구성하였다.

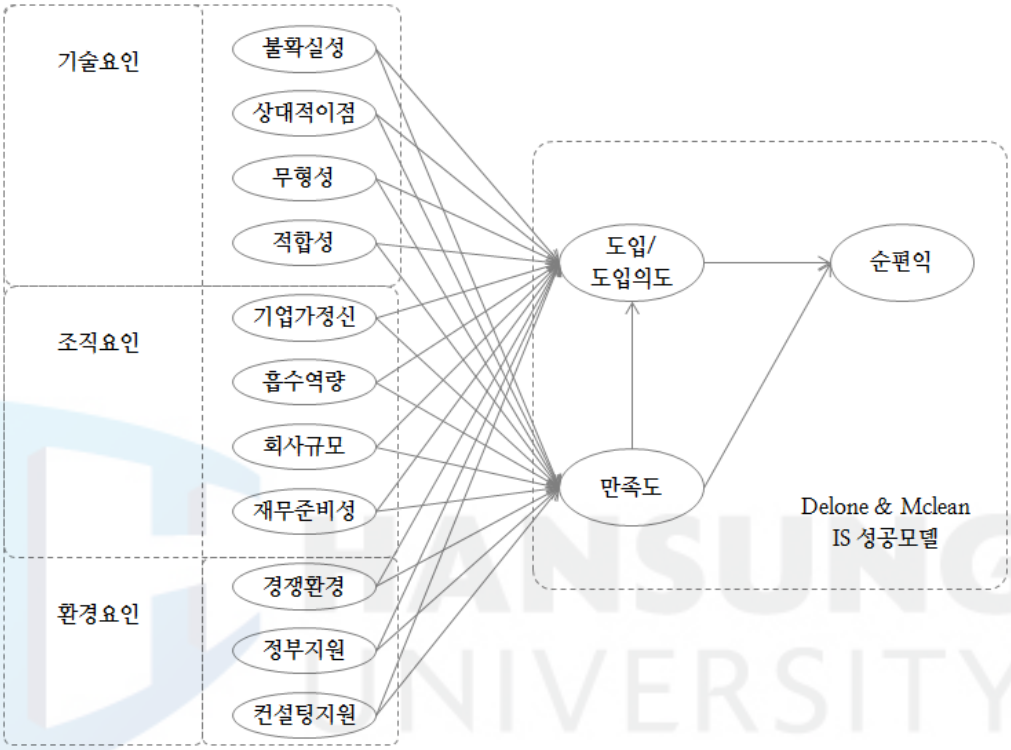


[그림 3-1] 기존 모델을 활용한 개념적 연구 모형 구조

[표 3-1] 연구변수 추출과정

연구 변수			TOE	TTF	IDT	IS성공모델	기타 모델	기타모델 연구자(연구년도)
연구년도			1990	1995	1995	2003		
연구자			Tornatzky et al.	Goodhue & Thompson	Rogers	DeLone and McLean		
독립변수	기술적 요인	유용성(Availability)	√					
		기술 특성(Technology Characteristics)	√	√				
		업무 특성(Task characteristics)		√				
		상대적 이점(Relative advantage)			√			
		호환성(Compatibility)			√			
		시험가능성(Trialability)			√			
		복잡성(Complexity)			√			
		관찰가능성(Observability)			√			
		무형성(Intangibility)					√	McDougall & Snetsinger(1990)
		불확실성(Uncertainty)					√	Bauer(1960)
	조직적 요인	Formal and informal linking structure	√					
		의사소통과정(Communication process)	√					
		크기(Size of organization)	√					
		태만 (Slack)	√					
		흡수 역량(Absorptive Capacity)					√	Cohen & Levinthal(1989)
		기업가 정신(Entrepreneurship)					√	Schumpter(1934)
		재무 준비성(Financial Readiness)					√	Chwelos et al(2001)
	환경 요인	기술 인프라(technological infrastructure)	√					
		정부 지원(Government regulation)	√					
		경쟁 환경(Competing Environment)	√					
매개/종속변수	IS성공 모델	도입의도(Intention to use)				√		
		도입(Use)				√		
		만족도(Satisfaction)				√		
		순편익(Net Benefit)				√		

이와 같은 과정을 거쳐서 본 연구에서 제안하는 연구모형은 [그림 3-2]과 같다



[그림 3-2] 실증 연구 모형

최종적으로 연구모델 각 요인간의 인과관계를 검증하기 위하여 SPSS22.0과 AMOS22.0을 이용하여 연구모델의 가설을 분석하였다.

제 2 절 연구가설

1) 기술 요인과 수용/수용의도, 만족도간의 관계

선행연구를 탐색한 결과 스마트 공장의 TOE 프레임워크의 기술 요인으로 불확실성, 상대적 이점, 무형성, 적합성으로 도출되어 스마트 공장의 도입/수용의도, 만족도와의 관계를 연구하고자 한다. 불확실성(Uncertainty)은 의사결정에 따른 결과를 잘 예측할 수 없는 상황을 의미(Pfeffer & Salancik, 1978; Das & Teng, 2004)한다. 구매자는 구매의사 결정 시 그 결과를 정확하게 예측하는 것이 불가능하므로 구매 행동의 결과는 본질적으로 불확실한 것이다(Bauer, 1960). 제품이나 서비스의 유형으로 보면 물리적 실체가 있는 유형성 제품보다 직접 보거나 만질 수 없는 무형적 속성의 제품, 서비스의 구매 시에 불확실성을 더 높게 지각할 것이며, 불확실성이 높으면 구매 후 후회할 가능성이 높아지며, 만족할 가능성은 줄어들며(주선희, 구동모, 이성엽, 2012), 불확실성에 대해 기업들은 거래비용 관점에서 불확실성을 인지할 경우 투자에 대한 보상획득이 올바르게 이루어지지 못할 것이다(Alvarez & Barney, 2005). 스마트 공장의 경우도 대표적으로 소프트웨어와 서비스를 포함하는 무형성의 제품으로 수용 계약 시 완료 시의 결과물 및 성과를 정확히 예측하기 어려운 특성을 보유하고 있어 스마트 공장 수요기업들 중에 수용에 어려움을 느끼는 대표적인 이유로 투자대비 효과가 불확실한 성과 불확실성을 들고 있다(중소 벤처기업의 4차 산업혁명 대응실태조사, 2017). 강정석, 조근태(2018)의 연구에서도 스마트 공장 지원 기업의 매출액 증가는 2년 이후에 그 성과가 나타나 시차가 발생하는 것으로 밝혀졌다

상대적 이점(Relative advantage)은 혁신 확산 이론의 중요한 지표로 Rogers(1983)는 기술적 우위가 기업에 더 큰 이익을 제공하는 것으로 인식되는 정도로서 상대적 이점으로 정의했다. 상대적 이점에 대한 인식은 소비자가 새로운 기술에 대한 인상을 가지는데 중요한 영향을 미치며 신기술 제품 또는 서비스의 채택 또는 수용 여부를 결정하는 가장 효과적인 요소(Kitchen & Panopoulos, 2010; Ho & Wu, 2011)이므로 기업들은 혁신을 채택함으로써

얻을 수 있는 이점을 고려하는 것이 합리적이다(To & Ngai, 2006). 스마트 공장을 포함하는 선진 생산 기술의 수용에 있어서 가장 중요하게 인식하는 것이 기술적 이점이며(Danping Lin, 2018), 상대적 이익이 신기술을 채용하는 데 가장 중요한 점이라는 것은 이전의 많은 연구에서도 증명되었다(Racherla & Hu, 2008; Lin, 2014; Leung et al., 2015; Osakwe et al., 2016).

무형성(Intangibility)은 실체가 없어 만질 수가 없으며, 쉽게 정의하기도, 체계화하기 어렵고 정신적으로 파악하기 쉽지 않은 것으로(Berry, 1980), 물리적 증거가 충분하지 않아 구체적이고 명확한 이미지를 제공할 수 없는 정도(McDougall & Snetsinger, 1990)를 제품과 서비스의 무형적 속성이라고 정의할 수 있다.

스마트 공장은 주로 공장의 생산 및 생산관리와 관련된 소프트웨어를 중심으로 서비스를 제공하는 형태로 제품은 대표적인 무형성의 속성을 지니고 있어 수용을 검토할 시점에 완벽하게 제품의 최종결과 및 이에 따른 성과를 예측하기가 어려운 구조로 되어있다.

업무와 기술에 대한 적합성(Task-Technology fit)이 업무 요구사항과 개인 능력의 적합한 정도라고 한 Goodhue and Thompson(1995)이 TAM을 확장하여 제안한 업무 기술 적합성 모델(TTF : Task-Technical Fit Model)은 개인이 업무를 수행할 때 정보 기술이 얼마나 잘 지원해주는 가를 의미하는 것(Goodhue, 1998, Goodhue & Thompson, 1995)이다. 과제, 기술 및 특정 IT 사용자의 적합성에 대한 인식은 기술사용에 긍정적인 영향을 미치므로 업무와 기술이 적합하다고 함은 업무를 수행할 때 기술이 업무 수행에 업무가 원만히 처리 될 수 있도록 적절한 정보를 제공하여 개인이 최적의 의사결정을 할 수 있도록 도와줌에 따라 최고의 성과를 낼 수 있다는 의미이다. 이러한 업무를 기반으로 하는 전략은 기술과 과제 특성 간의 일치를 더 잘 설명할 수 있기 때문에 개별적인 성과와 기술사용을 향상시킬 수 있다(Topi et al., 2005).

이에 따라 본 연구에서는 스마트 공장의 기술요인으로 정의된 요인들과 수용/수용의도, 만족도에 대하여 다음과 같이 가설을 설정하고 검정하고자 한

다.

[가설 H1] 기술요인은 스마트 공장의 수용의도/수용에 영향을 미칠 것이다.

[가설 H1-1] 상대적 이점은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H1-2] 무형성은 스마트 공장 수용의도/수용에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H1-3] 불확실성은 스마트 공장 수용의도/수용에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H1-4] 적합성은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H2] 기술요인은 스마트 공장의 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H2-1] 상대적 이점은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H2-2] 무형성은 스마트 공장 만족도에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H2-3] 불확실성은 스마트 공장 만족도에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H2-4] 적합성은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

2) 조직 요인과 수용/수용의도, 만족도간의 관계

선행연구를 탐색한 결과 스마트 공장의 TOE 프레임워크의 조직 요인으로 기업가정신, 흡수역량, 회사규모, 재무준비성으로 도출되어 스마트 공장의 수용/수용의도, 만족도와의 관계를 연구하고자 한다.

Schumpter(1934)는 기업가에 대한 정의와 함께 기업가 정신

(Entrepreneurship)은 지속적으로 새로운 변화를 추구하는 창조적 변혁과정으로 정의하였다. 이는 대응, 기회를 포착하여 위험감수를 통해 새롭게 변신해 가는 과정(Miller, 1983)이라고 할 수 있다. 변혁적 리더십은 합리적 교환관계를 넘는 공헌 욕구를 회사의 구성원으로부터 이끌어 내는 것으로 비전제시, 구성원들의 비전 달성에의 동기 유발, 상하 간 신뢰분위기 조성 등으로 구성원의 열정을 고무시키는 것(Bass, 1985)으로 새로운 기술혁신, 고용창출, 경쟁력 등의 중심으로 기업성장에 필수적 공헌을 한다(Kuratko & Hodgetts, 2007).

빅데이터 등 정보시스템관련 분야의 성공을 위해서도 최고경영층의 리더십이 필요하여 불확실성이 크고 높은 리스크와 혁신적 기회가 맞물려 있으므로 수용 의사결정 시점부터 과감한 최고경영층의 기업가 정신이 요구된다(박소현, 구본재와 이국희, 2016). 스마트 공장의 경우에도 투자 대비 효과에 대한 불확실성, 제품, 서비스의 무형성 등을 투자에 대한 어려움(Kida, 2018)으로 인식하고 있어 이를 극복하기 위해서는 반드시 기업가 정신을 바탕으로 진취적인 혁신이 요구되는 대표적인 분야라고 할 수 있다.

Cohen & Levinthal(1990)은 조직의 경쟁 우위의 핵심 동인으로 흡수역량(Absorptive capacity)의 개념을 소개하였다. 외부로부터 새로운 기술과 지식을 인지하고 획득하였을 때 이미 기업이 관련 지식을 보유하고 있을 경우에는 그 지식에 포함되어 있는 최근의 과학적, 기술적 요소를 바탕으로 새로운 지식을 이해하고 흡수하여 동화하는데 효율적이며, 새로운 제품이나 아이디어를 확보하는 보다 용이하게 접근할 수도 있다고 주장하였다(Cohen & Levinthal, 1990). 즉, 기술혁신과정에 있어서, 해당 기업이 보유하고 있는 축적된 사전 지식수준과 기술혁신 과정상의 기술적 학습능력, 기술전략, 기술리더십 등으로 표현할 수 있는 노력과 의지의 정도에 따라 혁신성과에 영향을 미칠 수 있는 역량이 바로 '흡수역량'이다.

흡수역량에 대해서 Lane & Lubatkin(1998)은 흡수역량이 외부의 새로운 지식자원을 인식하고 활용하여 새로운 지식 창출, 내재화 및 활용할 수 있는 능력이라고 하였으며, Zahra & George(2002)은 기업의 경쟁력 강화를 위해 외부로부터 지식을 획득하고 이를 내재화할 수 있도록 변환시키고 응용하여

활용하는 조직 활동능력으로 정의 하고 있다.

대기업은 더 큰 유연성과 위험 감수 능력으로 인해 더 많은 혁신을 채택하는 경향이 있는 것으로 자주 보고되고 있다(Pan & Jang, 2008; Zhu et al., 2004). 따라서 회사 규모(Firm size)는 혁신적인 기술 개발에서 스마트 공장의 전략적 중요성에 영향을 미치는 중요한 요소라고 할 수 있다. 조직 차원의 수용 요인으로 회사 규모가 기술 채택에 대한 결정 요인이 될 수 있으며(Saldanha & Krishnan, 2012; Aboelmaged, 2014; Wang et al., 2016; Jia et al., 2017), Smith. et al.,(2008)도 기업 규모와 기술 수용 의향 사이에 관계가 있음을 발견했다.

재무 준비(Financial Readiness)와 관련해서 재원의 준비와 정보시스템 혁신의 채택 사이의 관계는 이전 경험적 연구에서 발견되었다(Haug A, et al., 2011; Chwelos et al., 2001; Grover et al., 1997; Iacovou et al., 1995). 정보기술 투자는 투자 재원이 항상 제한을 가지고 있는 것으로 인해 다른 투자 프로젝트 집행과 경쟁할 수 있으므로 정보 기술 투자의 수익과 이익을 확보하는 것은 일상적으로 조직 역량 내에서 중요한 것으로 평가할 수 있다(Love & Irani, 2004; Haug et al., 2011).

이에 따라 본 연구에서는 스마트 공장의 조직요인으로 정의된 요인들과 수용/수용의도, 만족도에 대하여 다음과 같이 가설을 설정하고 검정하고자 한다.

[가설 H3] 조직적 요인은 스마트공장의 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H3-1] 기업가 정신은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H3-2] 흡수 역량은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H3-3] 회사규모는 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H3-4] 재무 준비성은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향

을 미칠 것이다.

[가설 H4] 조직적 요인은 스마트공장의 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H4-1] 기업가 정신은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H4-2] 흡수 역량은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H4-3] 회사규모는 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H4-4] 재무 준비성은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3) 환경 요인과 수용/수용의도, 만족도간의 관계

선행연구를 탐색한 결과 스마트 공장의 TOE 프레임워크의 환경 요인으로 경쟁 환경, 정부지원, 컨설팅지원으로 도출되어 스마트 공장의 수용/수용의도, 만족도와의 관계를 연구하고자 한다.

경쟁 환경(Competing environment)에서의 경쟁 압력은 업계에서 경쟁 업체가 느끼는 압박 수준을 의미한다(To & Ngai, 2006; Oliveira & Martins, 2010). 많은 연구들이 치열한 경쟁 경험이 IT를 비롯한 새로운 기술 채택의 중요한 결정 요인이라고 보고하고 있다(Kuan & Chau, 2001; Zhu et al., 2004). 특히 하이테크 산업은 급격한 변화의 특성을 가지고 있기 때문에 기업들은 경쟁사의 신기술 채택에 대한 인식을 높이고 그에 따라야 한다(Chinyao Low et al., 2011).

Lee(2011)는 정부지원금이 산업, 국가별, 시장 특성에 따라 달라지기는 하지만 민간기업의 기술적 역량 강화, 시장의 수요 창출, R&D 비용 감소에 긍정적인 효과를 나타낸다고 분석하였으며, 김호, 김병근(2012)은 정부지원을 받은 기업은 자체 R&D투자 감소, 집약도 증가, 매출액 증가, 민간 연구개발 투자 증가 등을 통해 중소기업에게 긍정적인 효과를 나타내고 있다고 하였다.

윤윤규, 고영우(2011)도 국내 지역산업진흥사업 기술개발 수혜기업의 매출액, 고용, 특허, R&D 등에 유의한 영향력을 가지는 결과를 도출하였다. 스마트 공장의 수용 확산을 위하여 한국정부에서는 중소기업을 대상으로 2014년에 지원을 시작하여 2020년까지 1만개 보급을 목표로 지속적인 정부지원(Government regulation)을 하고 있다. 이 사업에 참여한 기업대상으로 하는 연구에서 스마트 공장에 구축에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 연구되었으며, 기업규모와 환경에 맞춘 정책적 지원이 필요한 것으로 나타났다(최영환, 최상현, 2016). 그러나 정부의 자금 지원 시 그 규모 자체보다는 전체 투자액에서 차지하는 비중이 중요하므로 지원금 규모의 증가 보다는 비중에 관심을 두어야 한다고 하며, 정부의 자금 지원은 민간 현금 투자와 보완재에 있으므로 일방적인 자금지원보다는 기업의 대응투자가 존재하여야만 의도된 정책효과가 있을 것이라고 하였다(이종일, 김찬준, 2007). 그러나 정부의 지원 비중이 높을수록 기술적 성과가 오히려 유의적인(−) 관계가 있는 것으로 나타날 수 있으므로 수혜기업이 도덕적 해이를 줄 일 수 있는 방안도 함께 준비할 필요도 있을(양동우, 2011) 것 이다.

중소벤처기업부의 스마트 공장 컨설팅 지원(Consulting supporting)정책은 중소기업이 자체적으로 부담하기 어려운 컨설팅 비용의 대부분(80%)을 지원함으로 먼저 스마트 공장에 대한 인식을 제고하고 구축 전략 수립에 자문을 해주는 사전 컨설팅과 이미 구축한 기업을 대상으로 시스템운영, 고도화 전략 수립, 구축효과 제고 방안을 지원하는 사후컨설팅을 수행하도록 하고 있다[9] 이러한 정부의 중소기업 지원 사업은 중소기업의 한정된 자원을 효과적으로 활용할 수 있도록 도와. 미국 중소기업청으로 부터 지원 받은 기업의 경우 만족도와 경영성과 간에 유의성이 있다(Nahavandi & Chesteen, 1988)고 하였다. 여러 나라에서 정부차원 중소기업 컨설팅 지원 프로그램들에 대한 비판적인 연구결과도 있으나, 대부분의 연구결과는 컨설팅 지원 효과가 있다고 나타나(이상석, 2009) 이러한 선행연구들이 우리나라 중소벤처기업부의 컨설팅지원 정책 추진에 이론적 기반을 제공하였다(김익성, 2009). 스마트 공장 분야에서도 중소기업 대상의 외부 컨설팅은 스마트공장 구축에 정(+)의 영향을

9) “중소기업 스마트화 역량 강화 사업”(중소기업기술정보진흥원, 2018)

미치므로 ICT 기술과 운영기술을 융합하는 스마트공장을 효과성 높게 성공적으로 구축하도록 이 분야의 경험이 많은 외부전문가의 컨설팅 지원이 필요하다(최영환, 최상현, 2016)고 하였다.

이에 따라 본 연구에서는 스마트 공장의 환경요인으로 정의된 요인들과 수용/수용의도, 만족도에 대하여 다음과 같이 가설을 설정하고 검정하고자 한다.

[가설 H5] 환경 요인은 스마트 공장의 수용/수용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H5-1] 경쟁 환경은 스마트의 공장 수용/수용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H5-2] 정부 지원은 스마트 공장의 수용/수용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H5-3] 컨설턴트 지원은 스마트 공장 수용/수용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H6] 환경 요인은 스마트공장의 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H6-1] 경쟁 환경은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H6-2] 정부 지원은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H6-3] 컨설턴트 지원은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3) 수용의도/수용, 만족도와 순편익간의 관계

DeLone & McLean(2003)의 성공 평가 모델에서 사용과 사용자 만족은 서로에게, 그리고 순편익에 영향을 준다고 하였다. 또한 Gatian(1994)는 정보시스템의 만족은 업무 성과에 유의한 영향을 준다고 하였다.

이에 따라 본 연구에서는 DeLone & McLean(2003)의 성공 평가 모델에서

정의하는 연구 가설을 활용하여 스마트 공장의 수용/수용의도, 만족도, 순편익에 대하여 다음과 같이 가설을 설정하고 검정하고자 한다.

[가설 H7] 스마트 공장 만족도는 스마트공장의 수용/수용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H8] 스마트 공장 만족도는 스마트공장의 순편익에 정(+)의 영향을 미칠 것이다

[가설 H9] 스마트 공장 수용의도/수용은 스마트공장의 순편익에 정(+)의 영향을 미칠 것이다

HANSUNG UNIVERSITY

제 3 절 조사 설계

1) 표본의 선정 및 자료 수집

본 연구에서는 스마트 공장을 주제로 하는 연구모형의 가설을 검증하기 위하여 실제로 제조업체에 근무하고 있으면서 스마트 공장에 관심과 직·간접 적으로 영향력을 가지고 있는 종사자를 대상으로 표본을 구성하였다. 설문의 대상자는 스마트 공장이 중소기업부터 대기업까지 모두에 적용되는 분야이므로 매출규모가 50억 미만인 소기업부터 1조이상의 매출을 보이는 대기업집단까지 폭넓게 표본으로 선정하였으며, 대상 업체를 직접 방문하여 전화, 메시지, 전자메일을 통한 권유 등을 통하여 설문지 응답을 의뢰하였으며, 최종적으로 인터넷을 활용한 설문을 진행하였다. 설문은 총 378개가 확보되었으나 불성실한 응답을 한 설문지를 제외하는 등 검증을 통하여 최종적으로 364개 설문으로 통계분석을 통해 연구 가설을 검증하는 분석을 하였다.

2) 변수의 조작적 정의 및 설문지 구성

각 연구변수를 측정하기 위한 측정 항목은 TOE(Technology, Organization and Environment, 기술 조직 환경) 프레임워크(Tornatzky & Fleischer, 1990), 혁신 확산이론(Innovation Diffusion Theory)(Rogers, 1995, 2003), 업무 기술 적합성 모델(Task-Technology Fit Model)(Goodhue & Thompson, 1995)과 DeLone & McLean IS(Information system) 성공모델(DeLone & McLean, 2003)의 측정항목을 참조하여 각 변수들의 측정항목을 연구자가 수정·보완하여 사용하여 [표 3-2]와 같이 구성하였다.

[표 3-2] 각 변수의 조작적 정의 및 설문 항목

독립변수	조작적정의	측정도구	참고문헌
불 확 실 성 (Uncertainty)	스마트 공장 수용 의사결정에 따른 결과를 잘 예측할 수 없는 정도와 거래 상황에서 결과나 프로세스를 파악하기 어려움의 정도	충분한 정보 정도	Pavlou et al.(2007)
		품질 수준 예상	
		성과 예상	
		성과 창출에 시간 필요	
상대적 이점 (Relative advantage)	스마트 공장을 수용 함 으로서 효용, 편리성 등의 면에서 보다 더 나아진다고 인식하는 정도	운영효율 증대	Ram(1987), 김윤환 (2009)
		정보 적시 제공	
		제품품질/설비효율 향상	
		새로운 사업기회	
무 형 성 (Intangibility)	스마트 공장에 대해 정확하고 구체적으로 이미지를 제공할 수 없는 정도	내용 설명 어려움	Laroche et al.(2001)
		물리적 형체	
		특징설명 어려움	
		정보가 더 필요	
적 합 성 (Task-Technology Fit)	스마트 공장의 기능이 기존의 업무와 시스템에 잘 적용되는 정도	호환성	Thompson(1992), Rai et al.(2002),
		업무적합성	
		가치제공	
		회사 적합성	
기업가 정신 (Entrepreneurship)	스마트 공장 수용을 창조적인 변혁 과정으로 인식하여 격차를 줄이고, 혁신을 사업화하며 위험을 감수하며 시장에서 새롭게 변신해 나가려는 정도	혁신의지	Schumpeter(1934), Druker(1985), Hisrich & Peters(1986), Miller(1983)
		과정 인내	
		의사소통	
		아이디어 수용	
흡수 역량 (Absorptive Capacity)	스마트 공장 수용 과정에서 기업의 경쟁력 강화를 위해 외부의 지식을 찾아내고 인식하여 내부의 지식으로 소화하고 체득(활용)하는 조직 활동 정도	학습활동 전개	Cohen & Levinthal(1990), Zahra & George(2002)
		획득 지식 해석	
		지식 결합가공	
		새로운 지식 창출	

회사 크기 (Size of organization)	스마트 공장을 수용하는 회사들의 인력, 매출 등 회사의 크기 정도	회사 자산	Patterson et al.(2003), Wen et al.(2009)
		회사 매출	
		회사 직원 수	
		회사 규모	
재무 준비성 (Financial Readiness)	스마트 공장 수용에 필요한 예산 등 재무적인 자원의 준비 정도	재무적 자원	Chong et al.(2007), Lee(2004)
		예산 확보	
		다른 자원 활용 가능성	
		외부 조달 가능성	
경쟁 환경 (Competing Environment)	비즈니스 활동에서 스마트 공장 수용으로 기업들 간의 경쟁 관계의 변화 정도	경쟁우위 확보	Oiiverira & Matrins(2010), Kuan & Chau(2001)
		경쟁사 영향	
		경쟁사 수용	
		고객의 요구	
정부 지원 (Government regulation)	스마트 공장 보급 및 확산에 필요한 정부의 제도적 지원 수준 및 실효성 정도	정부지원 혜택	Kuan & Chau(2001), Lian et al.(2014)
		다양한 지원정책	
		중요한 정책	
		구체적, 안정적	
컨설팅지원 (Consulting supporting)	정부의 스마트 컨설팅 지원 조직인 코디네이터, 외부 컨설턴트 등 외부 컨설팅의 지원 정도	수용 검토에 도움	Selmar(2015), Tony(2015) Boston consulting (2015)
		정부지원에 도움	
		구축에 도움	
수용의도/수용 (Intention to use/Use)	스마트 공장을 받아들이고 사용 하고자 하는 정도/활용도	스마트 공장 활용	Fishbein and Ajzen(1975), Bailey & Pearson(1983),
		고도화 의지	
		투자 집행	
		전략수단으로 인지	
만족도(Satisf	스마트 공장 수용 후	정보제공 만족	Hunt(1877), Delone

action)	사용자가 평가하는 사전기대와 성과의 일치 평가 정도	프로세스 만족	& McLean(2003)
		서비스 만족	
		전반적 만족	
순편익(Net Benefit)	스마트 공장이 회사에 기여하는 범위, 즉 의사결정 향상, 생산력 향상, 업무프로세스 처리 향상, 조직 유연성 향상, 혁신 능력 향상 정도	매출 및 이익기여	Ives et al.(1983), Delone & McLean(2003)
		효율성 기여	
		업무 속도 기여	
		생산성 기여	

3) 자료의 분석방법

본 연구에서의 자료 분석을 위해 수집된 자료를 사회과학통계 패키지인 SPSS 22.0와 AMOS 22.0을 이용하였다. 구체적으로는 빈도분석, 탐색적 요인분석, 신뢰도분석, one-way ANOVA, 상관분석, 확인적 요인분석, 구조방정식 분석을 실시하면서 유의수준은 $p<.05$, $p<.01$, $p<.001$에서 검증하였다.

우선 응답자의 제조업에서의 산업 관련 특성을 알아보기 위해 빈도분석을 실시하여, 업종, 수용 내용 및 형태, 지역, 기업규모 등 주요 산업 특성에 따른 구성별 응답자수, 구성 백분율을 알아보았다.

둘째로 타당성 분석을 위하여 독립 변수와 종속 변수로 나누어 별도의 탐색적 요인분석을 실시하여 데이터 수의 적정성과 단위행렬 여부를 KMO지수와 Bartlett구형성 검증을 통하여 실시하였다.

셋째로 척도의 기술통계와 신뢰도 조사를 실시하였다. 척도의 신뢰도는 문항 내적 일치도를 측정하는 Cronbach의 α지수를 이용하여 신뢰도 확보 여부를 검정하였다.

넷째로 동일 방법 편의 검정을 위하여 탐색적 요인분석의 총분산과 전체변수의 상관관계를 분석하였다.

다섯째, ANOVA분석과 Levene의 등분산 검정(Scheffe) 및 Welch test(Games-Howell)를 통하여 응답자의 특성에 따른 요인변수들의 차이 여

부를 분석하였다.

여섯째, 각 측정변수들의 단일 차원성 검정을 위하여 확인적 요인분석을 실시하였다. 확인적 요인분석은 외생변수, 내생변수, 측정모델에 대해 각기 모델 적합도와 함께 판별타당성, 집중타당도를 분석하였다.

일곱째, 연구모형에서 제시한 잠재변수들 간의 관계와 인과적 가설검정을 위해 구조방정식모델(Structural Equation Modeling, SEM)의 최대우도 추정법(Maximum Likelihood Estimation: MLE)을 사용하여 분석을 실시하였다. 연구모형의 적합도와 경로분석을 통하여 가설의 채택여부를 판정하였다.

여덟째, 수용단계를 구분하여 표본을 별도의 집단으로 나누어 다중집단 확인요인분석을 통해 교차타당성을 검증하고, 집단 간 유의한 차이가 있는지 집단별 구조모형분석을 실시하였다.

HANSUNG UNIVERSITY

제 4 장 연구결과 및 분석

제 1 절 표본 특성

설문은 제조업에 근무하는 스마트 공장 관계자를 대상으로 실시하여 2018년 6월의 1개월간 총 378개가 확보되었으나 검증을 통하여 364개를 표본으로 분석을 실시하였다. 분석대상 364명의 설문 응답자 특성을 우선 빈도분석을 이용하여 분석하였다. 응답자의 소재지별 빈도분석 결과를 보면 경기/인천과 서울에 근무하는 응답자가 65.7%로 주류를 이루고 있으며, 충청남북도, 경상도 순으로 분포하고 있음을 알 수 있으며, 업종으로는 기계장비 29.7%, 자동차 및 자동차 부품 22.3%, 전기 기계 16.8%, 전자 및 반도체 8.0%로, 그리고 프로세스 업종인 철강, 금속, 시멘트, 화학 순으로 나타났다. 응답 기업의 규모는 매출과 종업원의 수로 구분하였는데 먼저 매출을 기준으로 본 분포는 100억 미만의 중소기업이 23.6%에서 1조 이상 대기업 20.6%까지 전 매출영역 대에서 고르게 되어 있는 것으로 나타났으며, 종업원 수의 분포 분석 결과로도 3,000명 이상의 대기업 16.5%에서 50명 이하 중소기업 25.3%까지 고르게 분포되어 있는 것으로 나타났다. 설문에 참여한 응답자가 속한 회사의 주요 고객은 기업 57.7%, 일반소비자 19.0%, 대기업하청 15.4%, 공공기관 8.0%로 분포되어 있다.

스마트 공장과 직접적으로 관련이 있는 항목으로 스마트 공장수용형태, 스마트 공장 수준, 스마트 공장 수용 자금 확보 방법을 조사하였는데 이 중 수용 형태로 기계, 설비 자동화 위주인 응답자가 14.3%, 기계, 설비자동화에 운영자동화를 함께 수용하는 응답자가 48.6%, 기계, 설비자동화에 설계, 품질, 설비관리 등을 함께하는 솔루션을 수용하는 응답자가 37.1%인 것으로 나타났다. 현재의 공장 수준으로는 대한상공회의소(2014) 및 민관 스마트공장 추진단에서 구분하는 방식으로 ICT 미적용 단계 31.0%, 기초 수준 41.2%, 중간수준1 19.2%, 중간수준2 8.5%로 나타났다. 또한, 응답자들의 스마트 공장 자금 확보 방법으로는 기업독자자금 41.8%, 정부지원 자금 44.8%으로 나머

지는 대기업지원 등 민간 지원 자금 또는 민간자원지금과 정부지원 자금을 동시에 활용하는 것으로 나타났다.

전체적인 응답자 분포를 보면 기업규모, 주요 고객도 공장수준, 수용형태, 수용자금 확보 방안 등 각종 항목에서 고르게 분포되어 있음을 알 수 있다. 구체적인 일반적 특징은 [표 4-1]과 같다.

[표 4-1] 표본의 일반적 특징

구분	항목	표본수	백분율(%)	누적표본	누적비율(%)
지역	서울	61	16.8	61	16.8
	경기, 인천	178	48.9	239	65.7
	충청, 대전	66	18.1	305	83.8
	경상, 대구, 부산	37	10.2	342	94.0
	전라, 광주	13	3.5	355	97.5
	강원, 제주	9	2.5	364	100.0
업종	기계장비	108	29.7	108	29.7
	자동차(부품)	81	22.3	189	51.9
	전기기계	61	16.8	250	68.7
	전자, 반도체	29	8.0	279	76.6
	철강, 금속, 시멘트	43	11.8	322	88.5
	기타	42	11.5	364	100.0
매출액	100억 미만	86	23.6	86	23.6
	100억~300억 미만	48	13.2	134	36.8
	300억~500억 미만	28	7.7	162	44.5
	500억~1,000억 미만	32	8.8	194	53.3
	1,000억~2,000억 미만	34	9.3	228	62.6
	2,000억~5,000억 미만	37	10.2	265	72.8
	5,000억~1조 미만	24	6.6	289	79.4
	1조 이상	75	20.6	364	100.0
인력 규모	50명 이하	92	25.3	92	25.3
	51명~100명	49	13.5	141	38.7
	101명~500명	103	28.3	244	67.0
	501명~1,000명	36	9.9	280	76.9
	1,001명~3,000명	24	6.6	304	83.5
	3,001명 이상	60	16.5	364	100.0

주요 고객	기업 고객	210	57.7	210	57.7
	대기업 하청	56	15.4	266	73.1
	일반 소비자	69	19.0	335	92.0
	공공 기관	29	8.0	364	100.0
수용 형태	기계/설비 자동화(A)	52	14.3	52	14.3
	A+공정, 운영자동화(B)	177	48.6	229	62.9
	B+기타 솔루션	135	37.1	364	100.0
공장 수준	ICT 미적용	113	31.0	113	31.0
	기초 수준	150	41.2	263	72.3
	중간 수준 1	70	19.2	333	91.5
	중간 수준 2	31	8.5	364	100.0
수용 자금 종류	기업독자자금	152	41.8	152	41.8
	정부지원 자금	163	44.8	315	86.5
	민간지원(대기업협력)	25	6.9	340	93.4
	정부지원+민간지원	24	6.6	364	100.0

HANSUNG UNIVERSITY

제 2 절 탐색적 요인분석

1) 요인 분석

본 연구 변수의 타당성분석을 위하여 독립변수인 회사규모, 흡수역량, 불확실성, 기업가 정신, 상대적 이점, 재무적 준비, 컨설턴트 지원, 무형적 속성, 정부지원, 경쟁 환경, 적합성과 매개 및 종속변수인 수용의도/수용, 만족도, 순편익에 대하여 탐색적 요인분석을 실시하였다. 척도 순화과정을 통하여 잘못 적재된 일부 측정변수 항목을 제거하였다. 먼저, 타당도 검증하기 위해서 탐색적 요인분석을 실시하였다. 모든 측정 변수는 구성요인을 추출하기 위하여 주성분 방법(principle component Method)에 의한 요인분석을 사용하였으며, 요인 적재치의 단순화를 위하여 직교회전방식(varimax)을 채택하였다. 그러므로 각 변수 값들은 요인 적재치가 가장 높은 요인에 속하게 된다. 또한 고유 값은 특정요인에 적재된 모든 변수의 적재량을 제곱하여 합한 값을 말하는 것으로, 특정요인에 관련된 표준화된 분산(Standardized variance)을 말한다. 일반적으로 사회과학분야에서 요인과 문항의 선택기준은 고유값(eigan value)은 1.0이상, 요인 적재치는 0.5이상이면 중요한 변수로 본다. 따라서 본 연구는 이들 기준에 따라 고유값 1.0이상, 요인 적재치 0.5이상을 기준으로 하였다. 독립 변수 요인분석 결과는 [표 4-2]와 같다. 요인 분석을 실시하기 위하여 데이터 수의 적정성과 단위행렬 여부를 검증하였다. Data수의 적정성은 KMO지수를 이용하였으며, 0.885로 나타나 데이터수가 적정한 것으로 나타났다. 단위행렬 검증을 위해 Bartlett 구형성 검증을 실시하였으며, 검증결과 단위행렬이 아닌 것으로 나타났다(p=0.000). 따라서 이 데이터는 요인분석을 실시하기에 적절한 것으로 판명되었다.

탐색적 요인분석 결과 잘못 적재된 것으로 판명된 독립 변수인 적합성 변수는 변수 자체를 제거한 후 요인분석을 재실시하였으며, 추가적으로 경쟁 환경1은 요인 적재치가 0.6미만으로 떨어져 제거하였다. 전체 데이터의 누적 분산 값은 73.20%이며, 마지막 요인변수의 회전 제곱 고유값이 1.75, 분산설명력 4.61%로 높은 설명력을 나타내고 있다.

[표 4-2] 독립변수 탐색적 요인분석 결과

요인분석	성분									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
회사규모4	.861									
회사규모2	.835									
회사규모3	.830									
회사규모1	.796									
흡수역량3		.835								
흡수역량4		.832								
흡수역량2		.824								
흡수역량1		.722								
불확실성2			.827							
불확실성3			.802							
불확실성1			.772							
불확실성4			.723							
기업가 정신3				.776						
기업가 정신2				.770						
기업가 정신4				.720						
기업가 정신1				.712						
상대적 이점1					.817					
상대적 이점3					.798					
상대적 이점2					.736					
상대적 이점4					.681					
재무적 준비3						.806				
재무적 준비2						.746				
재무적 준비1						.723				
재무적 준비4						.706				
컨설턴트지원2							.891			
컨설턴트지원3							.867			
컨설턴트지원1							.862			
무형적 속성3								.791		
무형적 속성1								.782		
무형적 속성2								.713		
무형적 속성4								.690		
정부 지원2									.786	

정부 지원1									.742	
정부 지원4									.740	
정부 지원3									.671	
경쟁 환경3										.748
경쟁 환경4										.698
경쟁 환경2										.526
Eigen-value	3.39	3.36	2.91	2.87	2.82	2.81	2.68	2.63	2.60	1.75
분산(%)	8.92	8.84	7.65	7.56	7.43	7.39	7.05	6.92	6.83	4.61
누적분산(%)	8.92	17.77	25.42	32.98	40.41	47.80	54.85	61.77	68.60	73.20
KMO	KMO=.885 p=.000									

매개 및 종속 변수 요인분석 결과는 [표 4-3]와 같다. 요인 분석을 실시하기 위하여 데이터 수의 적정성과 단위행렬 여부를 검증하였다. Data수의 적정성은 KMO지수를 이용하였으며, 0.891로 나타나 데이터수가 적정한 것으로 나타났다. 단위행렬 검증을 위해 Bartlett 구형성 검증을 실시하였으며, 검증결과 단위행렬이 아닌 것으로 나타났다(p=0.000). 따라서 이 데이터는 요인분석을 실시하기에 적절한 것으로 판명되었다.

탐색적 요인분석 결과 선행연구와 동일하게 3개의 요인이 추출되었다. 전체 데이터의 누적 분산 값은 77.98%이고 마지막 요인변수의 회전 제곱 고유값이 2.97, 분산설명력 24.77%로 높은 설명력을 나타내고 있어 변수에 대한 연구모형분석에 적정한 것으로 판단한다.

[표 4-3] 종속변수 탐색적 요인분석 결과

요인분석	성분		
	1	2	3
만족도2	.869		
만족도3	.859		
만족도1	.859		
만족도4	.837		
수용/수용의도3		.862	
수용/수용의도2		.857	
수용/수용의도4		.831	

수용/수용의도1		.813	
순 편익3			.868
순 편익4			.855
순 편익2			.819
순 편익1			.698
Eigen-value	3.27	3.11	2.97
분산(%)	27.28	25.93	24.77
누적분산(%)	27.28	53.21	77.98
KMO	KMO=.891 p=.000		

탐색적 요인 분석으로 독립변수 및 매개, 종속변수의 단일 차원성과 타당성을 확보하여 최종적으로 [표 4-4]와 같이 연구 변수로 진행하였다.

[표 4-4] 탐색적 요인분석 결과

요인	하부변수	EFA 활용 항목 수	EFA 제거 항목 수	최종연구 항목 수
기술요인	불확실성	4		4
	상대적 이점	4		4
	무형적 속성	4		4
	적합성	4	4	제거
조직요인	기업가정신	4		4
	흡수역량	4		4
	회사규모	4		4
	재무 준비성	4		4
환경요인	경쟁 환경	4	1	3
	정부지원	4		4
	컨설팅 지원	3		3
매개변수	수용의도/수용	4		4
	만족도	4		4
종속변수	순편익	4		4

2) 동일방법편의(Common Method Bias) 검정

본 연구를 통하여 수집된 설문의 데이터가 편향성(Bias)이 없어야 타당성과 신뢰성을 확보하였다고 할 수 있으므로 이를 위하여 변수의 동일 방법 편의(Common Method Bias)를 검정하였다. 동일 방법 편의는 독립변수와 종속변수를 동일한 측정도구와 응답자에 의해 측정함으로서 발생하는 오류, 즉 Likert 척도 등으로 응답자의 설문을 받는 방법을 사용할 때, 응답자가 무의식적으로 일관성을 유지하려거나 특정 방향으로 몰고 가고자 함으로써 현실을 왜곡시키는 것을 말한다(Podsakoff et al., 1986). 본 연구의 동일방법편의를 검정하기 위하여 Harman의 단일요인검정(Harman's Single Factor Test)을 실시하였다. 이는 SPSS의 탐색적 요인분석에서 회전하기 전의 해법(Ubrotated Solution)내에서 한 개의 지배요인(One Dominant Factor)이 존재하는지를 검정하는 기법이다((Podsakoff et al., 1986; 장성봉, 2011). 탐색적 요인분석을 실시하여 [표 4-5]와 같이 고유값(eigen Value) 1 이상인 10개의 요인이 추출되었고 가장 많은 설명력이 가진 요인의 총분산은 25.95%로 높지 않으므로 동일방법 편의가 크지 않다고 볼 수 있다.

[표 4-5] 전체 변수의 탐색적 요인분석 설명된 총분산(Total Variance explained)

Factor	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	9.862	25.952	25.952	9.862	25.952	25.952
2	4.437	11.677	37.628			
3	2.713	7.140	44.768			
4	2.634	6.930	51.699			
5	2.076	5.462	57.162			
6	1.490	3.922	61.084			
7	1.297	3.414	64.498			
8	1.247	3.280	67.778			
9	1.058	2.783	70.562			
10	1.003	2.640	73.202			

일반적으로 잠재변수간의 상관관계가 높은 경우(0.9 이상) 동일방법 편의가 존재할 수 있다고 볼 수 있으므로(Palov et al., 2007; 임명성, 2013) 추가적으로 상관관계 분석도 같이 수행하였다. 분석결과 [표 4-6]와 같이 가장 높은 상관관계 값이 .685로 0.9이하이다. 이에 동일방법 편의 문제가 없다고 볼 수 있으며, 잠재 변수 간 상관관계 변수가 0.8이하 이므로 다중 공선성(Multicollinearity)의 문제가 없다고 볼 수 있다(Bagozzi et al., 1991).

[표 4-6] 전체 변수의 상관관계

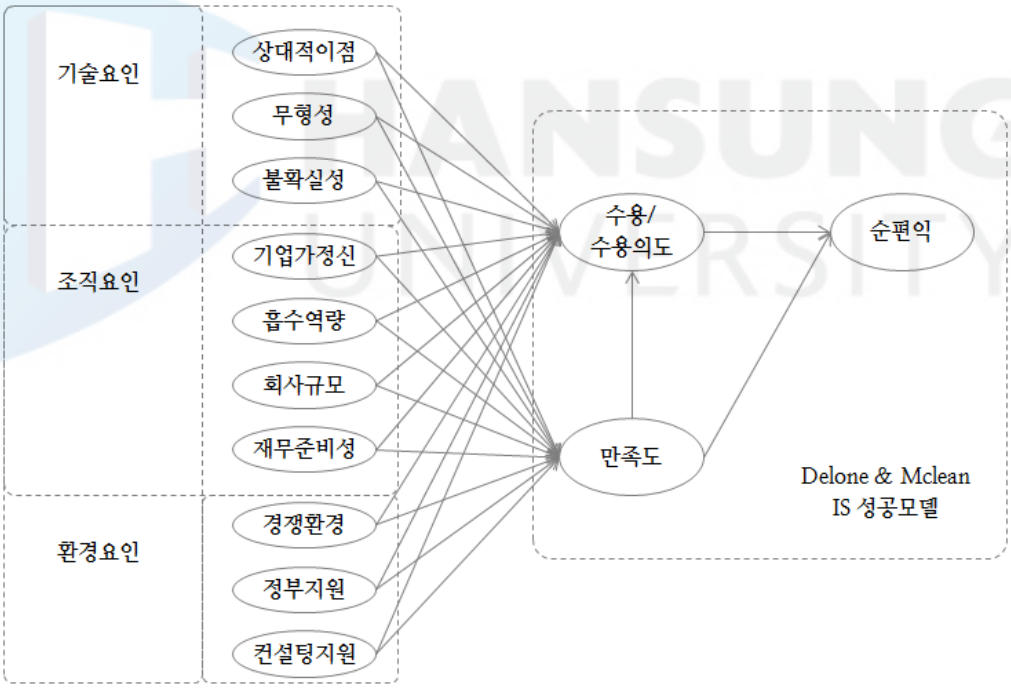
요인분석	상대적 이점	무형적 속성	불확실성	기업가정신	흡수역량	회사규모	재무적 준비	경쟁환경	정부지원	컨설턴트	수용의도	만족도	순편익
상대적이점	1.000												
무형적속성	-.005	1.000											
불확실성	.027	.544	1.000										
기업가정신	.441	.050	-.029	1.000									
흡수역량	.393	.042	-.052	.669	1.000								
회사규모	.261	.216	.186	.265	.310	1.000							
재무적준비	.262	.105	.054	.424	.442	.568	1.000						
경쟁환경	.312	.116	.031	.415	.433	.346	.513	1.000					
정부지원	.257	.000	.008	.317	.319	.248	.365	.419	1.000				
컨설턴트	.371	.046	.056	.273	.228	.245	.306	.300	.382	1.000			
수용의도	.357	.088	.056	.415	.409	.435	.685	.449	.423	.345	1.000		
만족도	.339	.012	-.139	.449	.501	.263	.463	.528	.443	.338	.453	1.000	
순편익	.533	-.009	-.028	.364	.380	.309	.356	.354	.311	.416	.461	.475	1.000

동일 방법 편의에 대한 데이터 검정으로 확인 된 바와 같이 본 연구 데이터는 신빙성을 확보하였다고 볼 수 있다.

제 3 절 모델 검증

1) 수정된 연구모형 및 가설

본 연구의 연구 모형으로 제시된 측정변수들의 요인 분석 결과 공통성을 갖지 못한 적합성(적합성1, 적합성2, 적합성3, 적합성4)과 경쟁요인1이 제거되었다. 수정된 연구 모형에서는 TOE 프레임워크의 기술적 측면의 변수로 상대적 이점, 무형적 속성, 불확실성을, 조직적 측면의 변수로서 기업가 정신, 흡수역량, 회사규모, 재무적 준비를, 환경적 측면의 변수로 경쟁 환경, 정부지원, 컨설턴트 지원을 독립변수로 설정하였다. 수정된 연구 모형은 [그림 4-1]와 같이 설정하였다.



[그림 4-1] 수정된 연구모형

수정된 연구모형에 따라 연구 가설을 다음과 같이 재설정 하였다

- 기술적 요인

가설 H1 : 기술요인은 스마트 공장의 수용의도/수용에 영향을 미칠 것이다.

[가설 H1-1] 상대적 이점은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H1-2] 무형성은 스마트 공장 수용의도/수용에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H1-3] 불확실성은 스마트 공장 수용의도/수용에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.

가설 H2 : 기술요인은 스마트공장의 만족도에 영향을 미칠 것이다.

[가설 H2-1] 상대적 이점은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H2-2] 무형성은 스마트 공장 만족도에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H2-3] 불확실성은 스마트 공장 만족도에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.

- 조직적 요인

가설 H3 : 조직적 요인은 스마트공장의 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H3-1] 기업가 정신은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H3-2] 흡수 역량은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H3-3] 회사규모는 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H3-4] 재무 준비성은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 H4 : 조직적 요인은 스마트공장의 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H4-1] 기업가 정신은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H4-2] 흡수 역량은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H4-3] 회사규모는 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H4-4] 재무 준비성은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

- 환경요인

가설 H5 : 환경 요인은 스마트공장의 수용/수용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H5-1] 경쟁 환경은 스마트 공장 수용/수용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H5-2] 정부 지원은 스마트 공장 수용/수용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H5-3] 컨설턴트 지원은 스마트 공장 수용/수용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 H6 : 환경 요인은 스마트공장의 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H6-1] 경쟁 환경은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H6-2] 정부 지원은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

[가설 H6-3] 컨설턴트 지원은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 H7 : 스마트 공장 만족도는 스마트공장의 수용/수용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 H8 : 스마트 공장 만족도는 스마트공장의 순편익에 정(+)의 영향을 미칠 것이다

가설 H9 : 스마트 공장 수용의도/수용은 스마트공장의 순편익에 정(+)의 영향을 미칠 것이다

2) 변수의 기술통계와 신뢰도 검정

신뢰도 분석은 측정하고자하는 개념이 설문 응답자로부터 정확하고 일관되게 측정되었는가를 확인하는 것이다. 즉, 동일한 개념에 대해 측정 반복하였을 때 동일한 측정값을 얻을 수 있는 가능성을 말한다. 신뢰도 분석은 요인분석을 실시한 후에 각각의 요인들의 변수를 가지고 신뢰도 분석을 실시한다. 신뢰도를 제거하는 항목은 제거해야 한다.

[표 4-7] 척도의 기술통계와 신뢰도

		M	SD	왜도	첨도	Cronbach의 α
상대적 이점	상대적 이점1	4.20	.615	-.214	-.177	.816
	상대적 이점2	4.03	.723	-.481	.219	
	상대적 이점3	4.14	.680	-.340	-.239	
	상대적 이점4	3.95	.766	-.351	-.243	
무형적 속성	무형적 속성1	3.23	.936	-.104	-.745	.820
	무형적 속성2	3.53	.895	-.431	-.380	
	무형적 속성3	3.22	.985	-.157	-.771	
	무형적 속성4	3.73	.929	-.495	-.282	
불확실성	불확실성1	3.51	.845	-.238	-.451	.844
	불확실성2	3.62	.896	-.549	-.082	
	불확실성3	3.48	.895	-.273	-.569	
	불확실성4	3.74	.946	-.434	-.585	
기업가 정신	기업가 정신1	3.88	.871	-.487	-.134	.876
	기업가 정신2	3.57	.883	-.215	-.324	
	기업가 정신3	3.59	.928	-.334	-.203	
	기업가 정신4	3.66	.917	-.516	.033	
흡수 역량	흡수역량1	3.72	.849	-.400	-.104	.921
	흡수역량2	3.46	.866	-.013	-.545	

	흡수역량3	3.40	.895	−.054	−.394	
	흡수역량4	3.43	.898	−.120	−.197	
회사 규모	회사규모1	3.40	.962	−.136	−.406	.911
	회사규모2	3.49	.940	−.150	−.463	
	회사규모3	3.30	.971	.023	−.422	
	회사규모4	3.39	1.013	−.130	−.621	
재무적 준비	재무적 준비1	3.37	.929	−.083	−.502	.878
	재무적 준비2	3.21	.993	−.005	−.663	
	재무적 준비3	3.31	.945	−.084	−.591	
	재무적 준비4	3.39	.882	−.332	−.035	
경쟁 환경	경쟁환경2	3.74	.763	−.431	.417	.677
	경쟁환경3	3.36	.935	−.098	−.565	
	경쟁환경4	3.16	1.001	−.048	−.536	
정부 지원	정부지원1	3.36	.830	−.152	−.005	.789
	정부지원2	3.30	.796	−.023	−.103	
	정부지원3	3.64	.833	−.126	−.258	
	정부지원4	3.23	.859	−.143	−.107	
컨설팅 지원	컨설팅 지원1	3.60	.829	−.332	.155	.913
	컨설팅 지원2	3.56	.839	−.384	.345	
	컨설팅 지원3	3.61	.811	−.381	.610	
수용 의도	수용의도1	3.46	.965	−.300	−.478	.904
	수용의도2	3.70	.830	−.272	−.280	
	수용의도3	3.56	.896	−.240	−.281	
	수용의도4	3.61	.901	−.323	−.346	
만족도	만족도1	3.29	.818	.001	.239	.921
	만족도2	3.32	.790	.150	.121	
	만족도3	3.33	.789	.093	.254	
	만족도4	3.37	.791	.002	.036	
순편익	순편익1	3.58	.754	−.147	.132	.877

	순편익2	3.81	.714	−.211	−.123	
	순편익3	3.83	.717	−.281	.235	
	순편익4	3.86	.692	−.258	.040	

본 연구의 척도의 기술통계와 신뢰도는 [표 4−7]와 같다. 척도의 신뢰도는 문항 내적 일치도를 측정하는 Cronbach의 α지수를 이용하여 신뢰도 분석을 실시하였다. 신뢰도 .7이상인 경우 신뢰할 수가 있으며, 신뢰도 .6이상은 수용할 만하다(Nunally, 1978).

분석결과 경쟁 환경은 .677로 수용할 만한 수준으로 나타났으나, 상대적 이점 .816, 무형적 속성 .820, 불확실성 .844, 기업가 정신 .876, 흡수역량 .921, 회사규모 .911, 재무적 준비 .878, 정부지원 .789, 컨설팅 지원 .913, 수용의도 .904, 만족도 .921, 순편익 .877로 경쟁 환경이외의 모든 변수는 .7이상으로 신뢰도가 높게 나타났다.

척도의 정규성을 검정하기 위하여 왜도와 첨도를 이용하였다. 왜도와 첨도의 절댓값이 3이하면 정규성을 가정할 수 있는데(이일현, 2014) 첨도, 왜도가 모두 절댓값 3이하이므로 정규성을 만족하였다.

3) ANOVA 분석

가) 기업특성에 따른 상대적 이점 차이 분석

기업 특성에 따른 상대적 이점의 차이 분석을 위해 ANOVA를 실시하였다. Levene의 등분산 검정을 실시하여 등분산이 아닌 경우에는 이분산 ANOVA 인 Welch test를 실시하였다. 집단 간 유의한 차이가 있는 경우에 사후분석을 실시한다. 사후분석은 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한다.

기업 특성에 따른 상대적 이점의 차이를 분석한 결과, 주요 고객에 따른 상대적 이점(p=.379>.05), 수용 분야에 따른 상대적 이점 차이(p=.071>.05), 자금 종류에 따른 상대적 이점 차이(p=.377>.05)는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 업종에 따른 상대적 이점 차이(p=.014<.05), 매출규모에 따른 상대적 이점 차이(p=.050=.05), 인력 규모에 따른 상대적 이점 차이(p=.007<.05), 공장 수준에 따른 상대적 이점 차이(p=.033<.05)는 유의한 차이를 나타내었다. 집단 간 유의한 차이가 있는 특성에 대해 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한 결과 업종에 대해서는 전자, 반도체 업종(M=4.34)이 자동차(부품)(M=3.94)업종에 비해, 공장 수준에 대해서는 중간2 단계 이상인 집단(M=3.98)이 ICT미적용(M=3,57) 집단에 비해 상대적 이점에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 검정 내용은 [표 4-8]과 같다.

[표 4-8] 기업의 특성에 따른 상대적 이점 차이 분석

		M	SD	F	p	Post-Hoc
업종	기계장비(A)	4.06	.58	2.912	.014	D>B
	자동차(부품)(B)	3.94	.63			
	전기기계(C)	4.14	.54			
	전자, 반도체(D)	4.34	.48			
	철강, 금속, 시멘트(E)	4.18	47			
	기타	3.99	.45			
매출 규모	100억 미만(A)	4.05	.56	2.034	.050	
	100억~300억 미만(B)	3.98	.56			
	300억~500억 미만(C)	4.04	.60			
	500억~1,000억 미만(D)	3.90	.70			
	1,000억~2,000억 미만(E)	4.12	.50.			
	2,000억~5,000억 미만(F)	4.25	.48			
	5,000억~1조 미만(G)	4.23	.55			
	1조 이상(H)	3.67	.51			
인력 규모	50명 이하(A)	4.01	.57	3.263	.007	
	51명~100명(B)	4.15	.55			
	101명~500명(C)	3.97	.59			
	501명~1,000명(D)	4.04	.46			
	1,001명~3,000명(E)	4.18	.49			
	3,001명 이상(F)	4.29	.52			
주요 고객	기업 고객	4.09	.58	1.030	.379	
	대기업 하청	3.96	.54			
	일반 소비자	4.13	.51			
	공공 기관	4.07	.53			
수용 분야	기계/설비 자동화(A)	4.04	.68	2.700	.071	
	A+공정, 운영자동화(B)	4.14	.51			
	B+기타 솔루션(C)	4.00	.56			
공장 수준	ICT 미적용(A)	3.99	.58	2.941	.033	D>A
	기초(B)	4.06	.51			
	중간1(C)	4.15	.62			
	중간2(D)	4.30	.53			
자금 종류	기업독자자금(A)	4.13	.56	1.035	.377	
	민간지원(대기업협력)(B)	4.05	.58			
	정부지원 자금(C)	4.06	.50			
	정부지원+민간지원(D)	3.94	.50			

주) † : Welch test & Games-Howell's post-hoc test

나) 기업특성에 따른 무형적 속성차이 분석

기업 특성에 따른 무형적 속성의 차이 분석을 위해 ANOVA를 실시하였다. Levene의 등분산 검정을 실시하여 등분산이 아닌 경우에는 이분산 ANOVA 인 Welch test를 실시하였다. 집단 간 유의한 차이가 있는 경우에 사후분석을 실시한다. 사후분석은 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한다.

기업 특성에 따른 무형적 속성의 차이를 분석한 결과, 업종에 따른 무형적 속성 차이(p=.854>.05), 매출 규모에 따른 무형적 속성 차이(p=.104>.05), 인력 규모에 따른 무형적 속성 차이(p=.374>.05), 주요 고객에 따른 무형적 속성 차이(p=.418>.05), 수용 분야에 따른 무형적 속성 차이(p=.489>.05), 공장 수준에 따른 무형적 속성 차이(p=.123>.05)는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 자금 종류에 따른 무형적 속성 차이(p=.029<.05)는 유의한 차이를 나타내었다. 검정 내용은 [표 4-9]과 같다.

HANSUNG UNIVERSITY

[표 4-9] 기업의 특성에 따른 무형적 속성 차이 분석

		M	SD	F	p	Post-Hoc
업종	기계장비(A)	3.49	.72	.392	.854	
	자동차(부품)(B)	3.39	.75			
	전기기계(C)	3.36	.82			
	전자, 반도체(D)	3.44	.77			
	철강, 금속, 시멘트(E)	3.36	84			
	기타	3.49	.68			
매출 규모	100억 미만(A)	3.29	.66	1.715	.104	
	100억~300억 미만(B)	3.56	.70			
	300억~500억 미만(C)	3.16	.87			
	500억~1,000억 미만(D)	3.33	.84			
	1,000억~2,000억 미만(E)	3.41	.71			
	2,000억~5,000억 미만(F)	3.55	.75			
	5,000억~1조 미만(G)	3.52	.80			
	1조 이상(H)	3.55	.79			
인력 규모	50명 이하(A)	3.34	.65	1.076	.374	
	51명~100명(B)	3.32	.82			
	101명~500명(C)	3.41	.78			
	501명~1,000명(D)	3.52	.73			
	1,001명~3,000명(E)	3.55	.73			
	3,001명 이상(F)	3.56	.83			
주요 고객	기업 고객	3.45	.75	.946	.418	
	대기업 하청	3.38	.76			
	일반 소비자	3.47	.72			
	공공 기관	3.22	.86			
수용 분야	기계/설비 자동화(A)	3.46	.67	.717	.489	
	A+공정, 운영자동화(B)	3.46	.79			
	B+기타 솔루션(C)	3.36	.75			
공장 수준	ICT 미적용(A)	3.31	.71	1.940	.123	
	기초(B)	3.50	.71			
	중간1(C)	3.38	.83			
	중간2(D)	3.60	.94			
자금 종류	기업독자자금(A)	3.51	.73	3.033	.029	
	민간지원(대기업협력)(B)	3.30	.78			
	정부지원 자금(C)	3.65	.70			
	정부지원+민간지원(D)	3.50	.68			

주) † : Welch test & Games-Howell's post-hoc tes

다) 기업특성에 따른 불확실성 차이 분석

기업 특성에 따른 불확실성의 차이 분석을 위해 ANOVA를 실시하였다. Levene의 등분산 검정을 실시하여 등분산이 아닌 경우에는 이분산 ANOVA인 Welch test를 실시하였다. 집단 간 유의한 차이가 있는 경우에 사후분석을 실시한다. 사후분석은 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한다.

기업 특성에 따른 불확실성의 차이를 분석한 결과, 업종에 따른 불확실성 (p=.982>.05), 매출 규모에 따른 불확실성 (p=.175>.05), 인력 규모에 따른 불확실성 차이(p=.238>.05), 주요 고객에 따른 불확실성 차이(p=.550>.05), 공장 수준에 따른 불확실성 차이(p=.099<.05), 자금 종류에 따른 불확실성 차이(p=.502>.05)는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 수용 분야에 따른 불확실성 차이(p=.001<.05)는 유의한 차이를 나타내었다. 집단 간 유의한 차이가 있는 특성에 대해 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한 결과 수용 분야에 대해서는 기계/설비 자동화와 공정운영시스템을 모두 수용하는 집단(M=3.72)이 기계/설비 자동화를 수용하는 집단(M=3.32)보다 불확실성에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 검정 내용은 [표 4-10]과 같다.

[표 4-10] 기업의 특성에 따른 불확실성 차이 분석

		M	SD	F	p	Post-Hoc
업종	기계장비(A)	3.55	.69	.143	.982	
	자동차(부품)(B)	3.59	.65			
	전기기계(C)	3.57	.82			
	전자, 반도체(D)	3.61	.87			
	철강, 금속, 시멘트(E)	3.65	.87			
	기타	3.62	.67			
매출 규모	100억 미만(A)	3.48	.65	1.474	.175	
	100억~300억 미만(B)	3.57	.66			
	300억~500억 미만(C)	3.43	.89			
	500억~1,000억 미만(D)	3.74	.72			
	1,000억~2,000억 미만(E)	3.61	.76			
	2,000억~5,000억 미만(F)	3.76	.76			
	5,000억~1조 미만(G)	3.36	.82			
	1조 이상(H)	3.68	.77			
인력 규모	50명 이하(A)	3.45	.68	1.362	.238	
	51명~100명(B)	3.55	.71			
	101명~500명(C)	3.60	.72			
	501명~1,000명(D)	3.80	.73			
	1,001명~3,000명(E)	3.70	.74			
	3,001명 이상(F)	3.62	.87			
주요 고객	기업 고객	3.58	.76	.705	.550	
	대기업 하청	3.71	.66			
	일반 소비자	3.55	.76			
	공공 기관	3.49	.72			
수용 분야	기계/설비 자동화(A)	3.32	.69	6.992	.001	B>A
	A+공정, 운영자동화(B)	3.72	.76			
	B+기타 솔루션(C)	3.51	.70			
공장 수준	ICT 미적용(A)	3.49	.68	2.107	.099	
	기초(B)	3.70	.74			
	중간1(C)	3.56	.75			
	중간2(D)	3.44	.86			
자금 종류	기업독자자금(A)	3.65	.76	.786	.502	
	민간지원(대기업협력)(B)	3.53	.73			
	정부지원 자금(C)	3.54	.81			
	정부지원+민간지원(D)	3.59	.60			

주) † : Welch test & Games-Howell's post-hoc tes

라) 기업특성에 따른 기업가 정신 차이 분석

기업 특성에 따른 기업가 정신 차이 분석을 위해 ANOVA를 실시하였다. Levene의 등분산 검정을 실시하여 등분산이 아닌 경우에는 이분산 ANOVA인 Welch test를 실시하였다. 집단 간 유의한 차이가 있는 경우에 사후분석을 실시한다. 사후분석은 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한다.

기업 특성에 따른 기업가 정신의 차이에 대해 분석한 결과, 업종에 따른 기업가 정신 차이(p=.089>.05), 매출 규모에 따른 기업가 정신 차이(p=.479>.05), 인력 규모에 따른 기업가 정신 차이(p=.120>.05), 주요 고객에 따른 기업가 정신 차이(p=.165<.05), 수용 분야에 따른 기업가 정신 차이(p=.431>.05), 공장 수준에 따른 기업가 정신 차이(p=.070<.05), 자금 종류에 따른 기업가 정신 차이(p=.412<.05) 모두 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 검정 내용은 [표 4-11]과 같다.

HANSUNG UNIVERSITY

[표 4-11] 기업의 특성에 따른 기업가 정신 차이 분석

		M	SD	F	p	Post-Hoc
업종	기계장비(A)	3.69	.75	1.931	.089	
	자동차(부품)(B)	3.51	.81			
	전기기계(C)	3.60	.76			
	전자, 반도체(D)	3.72	.78			
	철강, 금속, 시멘트(E)	3.90	.65			
	기타	3.81	.81			
매출 규모	100억 미만(A)	3.70	.74	.936	.479	
	100억~300억 미만(B)	3.56	.66			
	300억~500억 미만(C)	3.77	.94			
	500억~1,000억 미만(D)	3.44	.92			
	1,000억~2,000억 미만(E)	3.65	.79			
	2,000억~5,000억 미만(F)	3.74	.66			
	5,000억~1조 미만(G)	3.88	.64			
	1조 이상(H)	3.70	.80			
인력 규모	50명 이하(A)	3.65	.71	1.761	.120	
	51명~100명(B)	3.80	.71			
	101명~500명(C)	3.52	.86			
	501명~1,000명(D)	3.79	.57			
	1,001명~3,000명(E)	3.64	.74			
	3,001명 이상(F)	3.83	.82			
주요 고객	기업 고객	3.74	.76	1.709	.165	
	대기업 하청	3.57	.81			
	일반 소비자	3.54	.75			
	공공 기관	3.74	.73			
수용 분야	기계/설비 자동화(A)	3.61	.78	.844	.431	
	A+공정, 운영자동화(B)	3.73	.76			
	B+기타 솔루션(C)	3.63	.78			
공장 수준	ICT 미적용(A)	3.57	.73	2.369	.070	
	기초(B)	3.68	.75			
	중간1(C)	3.69	.87			
	중간2(D)	3.98	.67			
자금 종류	기업독자자금(A)	3.73	.81	.960	.412	
	민간지원(대기업협력)(B)	3.60	.76			
	정부지원 자금(C)	3.76	.60			
	정부지원+민간지원(D)	3.72	.72			

주) † : Welch test & Games-Howell's post-hoc

마) 기업특성에 따른 흡수역량 차이 분석

기업 특성에 따른 흡수역량 차이 분석을 위해 ANOVA를 실시하였다. Levene의 등분산 검정을 실시하여 등분산이 아닌 경우에는 이분산 ANOVA인 Welch test를 실시하였다. 집단 간 유의한 차이가 있는 경우에 사후분석을 실시한다. 사후분석은 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한다.

기업 특성에 따른 흡수 역량의 차이에 대해 분석한 결과, 업종에 따른 흡수 역량 차이(p=.189>.05), 주요 고객에 따른 흡수 역량 차이(p=.402>.05), 수용 분야에 따른 흡수역량 차이(p=.290>.05)는 유의한 차이가 아닌 것으로 나타났다. 매출 규모에 따른 흡수역량 차이(p=.024<.05), 인력 규모에 따른 흡수역량 차이(p=.004<.05), 공장 수준에 따른 흡수역량 차이(p=.002<.05), 자금 종류에 따른 흡수역량 차이(p=.027<.05)는 유의한 차이를 나타내었다. 집단 간 유의한 차이가 있는 특성에 대해 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한 결과 공장 수준이 중간2 단계 이상인 집단(M=3.93)이 ICT미적용(M=3,37), 기초(M=3.46) 집단에 비해 흡수 역량에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 검정 내용은 [표 4-12]과 같다.

[표 4-12] 기업의 특성에 따른 흡수역량 차이 분석

		M	SD	F	p	Post-Hoc
업종	기계장비(A)	3.55	.78	1.501	.189	
	자동차(부품)(B)	3.33	.82			
	전기기계(C)	3.42	.75			
	전자, 반도체(D)	3.53	.72			
	철강, 금속, 시멘트(E)	3.65	.81			
	기타	3.64	.80			
매출 규모	100억 미만(A)	3.41	.70	2.340	.024	
	100억~300억 미만(B)	3.49	.78			
	300억~500억 미만(C)	3.48	1.00			
	500억~1,000억 미만(D)	3.17	.70			
	1,000억~2,000억 미만(E)	3.44	.82			
	2,000억~5,000억 미만(F)	3.44	.83			
	5,000억~1조 미만(G)	3.65	.74			
	1조 이상(H)	3.76	.76			
인력 규모	50명 이하(A)	3.37	.71	3.550	.004	
	51명~100명(B)	3.62	.79			
	101명~500명(C)	3.35	.82			
	501명~1,000명(D)	3.60	.80			
	1,001명~3,000명(E)	3.49	.76			
	3,001명 이상(F)	3.81	.79			
주요 고객	기업 고객	3.54	.79	.981	.402	
	대기업 하청	3.33	.80			
	일반 소비자	3.51	.76			
	공공 기관	3.53	.86			
수용 분야	기계/설비 자동화(A)	3.47	.79	1.243	.290	
	A+공정, 운영자동화(B)	3.57	.78			
	B+기타 솔루션(C)	3.43	.80			
공장 수준	ICT 미적용(A)	3.37	.72	4.920	.002	D>B, A
	기초(B)	3.46	.78			
	중간1(C)	3.60	.83			
	중간2(D)	3.93	.82			
자금 종류	기업독자자금(A)	3.63	.82	3.101	.027	
	민간지원(대기업협력)(B)	3.36	.78			
	정부지원 자금(C)	3.56	.65			
	정부지원+민간지원(D)	3.57	.71			

주) † : Welch test & Games-Howell's post-hoc

바) 기업특성에 따른 회사규모 차이 분석

기업 특성에 따른 기업가 정신 차이 분석을 위해 ANOVA를 실시하였다. Levene의 등분산 검정을 실시하여 등분산이 아닌 경우에는 이분산 ANOVA인 Welch test를 실시하였다. 집단 간 유의한 차이가 있는 경우에 사후분석을 실시한다. 사후분석은 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한다.

기업 특성에 따른 회사 규모의 차이를 분석한 결과, 업종에 따른 회사 규모(p=.641>.05)는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 매출규모에 따른 회사 규모 차이(p=.000<.05), 인력 규모에 따른 회사 규모 차이(p=.000<.05), 주요 고객에 따른 회사 규모 차이(p=.004<.05), 수용 분야에 따른 회사 규모 차이(p=.004<.05). 공장 수준에 따른 회사 규모 차이(p=.000<.05), 자금 종류에 따른 회사 규모 차이(p=.000<.05)는 유의한 차이를 나타내었다. 집단 간 유의한 차이가 있는 특성에 대해 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한 결과 매출규모에 대해서는 1조 이상의 집단(M=4.05)이 다른 모든 집단보다, 5,000억~1조 미만(M=3.66), 2,000억~5,000억 미만(3.59), 1,000억~2,000억 미만 집단(M=3.34)이 100억 미만 집단(M=2.80)보다 회사 규모에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났으며, 인력 규모에 대해서는 3,001명 이상 집단(M=4.12)이 다른 모든 집단보다, 501~1,000명 집단(M=3.78)이 51~100명 집단(M=3.24)과 50명 이하 집단(M=2.81)보다, 1,001명~3,000명 집단(M=3.53)과 101명~500명 집단(M=3.39)이 50명 이하집단에 비해 회사 규모에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 주요고객에 대해서는 일반소비자 대상의 기업(M=3.65)이 공공기관대상의 기업(M=3.04)보다, 수용 분야에 대해서는 기계/설비 자동화와 공정운영시스템을 모두 수용하는 집단(M=3.55)이 기계/설비 자동화를 수용 없이 공정과 기타 솔루션을 수용하는 집단(M=3.22)보다, 공장 수준에 대해서는 중간 2단계(M=4.13)가 다른 모든 단계보다, 중간1단계(M=3.66)는 ICT미적용 단계(M=3.02)보다 회사 규모에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타

[표 4-13] 기업의 특성에 따른 회사규모 차이 분석

		M	SD	F	p	Post-Hoc
업종	기계장비(A)	3.35	.99	.677	.641	
	자동차(부품)(B)	3.35	.79			
	전기기계(C)	3.34	.86			
	전자, 반도체(D)	3.41	.85			
	철강, 금속, 시멘트(E)	3.59	.75			
	기타	3.47	.79			
매출 규모	100억 미만(A)	2.80	.83	16.950	.000	H>G,F,E, D,C,B,A G,F,E>A
	100억~300억 미만(B)	3.22	.73			
	300억~500억 미만(C)	3.23	.80			
	500억~1,000억 미만(D)	3.49	.58			
	1,000억~2,000억 미만(E)	3.34	.62			
	2,000억~5,000억 미만(F)	3.59	.73			
	5,000억~1조 미만(G)	3.66	.57			
	1조 이상(H)	4.05	.84			
인력 규모	50명 이하(A)	2.81	.75	24.998	.000	F>E,C,B. A D>B,A E,C>A
	51명~100명(B)	3.24	.84			
	101명~500명(C)	3.39	.70			
	501명~1,000명(D)	3.78	.56			
	1,001명~3,000명(E)	3.53	.76			
	3,001명 이상(F)	4.12	.84			
주요 고객	기업 고객(A)	3.40	.85	4.564	.004	C>D
	대기업 하청(B)	3.22	.81			
	일반 소비자(C)	3.65	.90			
	공공 기관(D)	3.04	.81			
수용 분야	기계/설비 자동화(A)	3.33	.84	5.872	.004 †	B>A
	A+공정, 운영자동화(B)	3.55	.77			
	B+기타 솔루션(C)	3.22	.95			
공장 수준	ICT 미적용(A)	3.02	.87	19.034	.000	D>C,B,A C>A
	기초(B)	3.40	.74			
	중간1(C)	3.66	.83			
	중간2(D)	4.13	.84			
자금 종류	기업독자자금(A)	3.70	.81	12.836	.000	A>B,D
	민간지원(대기업협력)(B)	3.15	.83			
	정부지원 자금(C)	3.39	.89			
	정부지원+민간지원(D)	3.10	.77			

주) † : Welch test & Games-Howell's post-hoc

났다. 자금 종류에 대해서는 기업독자 자금을 활용하는 집단(M=3.70)이 민간지원(M=3.15)과 민간지원+정부지원을 받는 집단보다(M=3.10)보다 회사 규모에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 검정 내용은 [표 4-13]과 같다.

사) 기업특성에 따른 경쟁 환경 차이 분석

기업 특성에 따른 경쟁 환경 차이 분석을 위해 ANOVA를 실시하였다. Levene의 등분산 검정을 실시하여 등분산이 아닌 경우에는 이분산 ANOVA인 Welch test를 실시하였다. 집단 간 유의한 차이가 있는 경우에 사후분석을 실시한다. 사후분석은 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한다. 기업 특성에 따른 경쟁 환경의 차이에 대해 분석한 결과, 업종에 따른 경쟁 환경 차이(p=.335>.05), 주요 고객에 따른 경쟁 환경 차이(p=.511>.05), 수용 분야에 따른 경쟁 환경 차이(p=.326>.05)는 유의한 차이가 아닌 것으로 나타났다. 매출 규모에 따른 경쟁 환경 차이(p=.000<.05), 인력 규모에 따른 경쟁 환경 차이(p=.000<.05), 공장 수준에 따른 경쟁 환경 차이(p=.000<.05), 자금 종류에 따른 경쟁 환경 차이(p=.007<.05)는 유의한 차이를 나타내었다. 집단 간 유의한 차이가 있는 특성에 대해 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한 결과 인력규모에 대해서는 3,000명 이상의 집단(M=3.84)이 101~500명 집단(M=3.34), 50명 이하 집단(M=3.17)에 비해, 공장 수준에 대해서는 중간2 단계 이상인 집단(M=3.81)이 ICT미적용(M=3,14), 기초(M=3.43) 집단에 비해, 중간1 집단(M=3.68)이 ICT미적용 집단에 비해 경쟁 환경에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 검정 내용은 [표 4-14]과 같다.

[표 4-14] 기업의 특성에 따른 경쟁 환경 차이 분석

		M	SD	F	p	Post-Hoc
업종	기계장비(A)	3.40	.74	1.147	.335	
	자동차(부품)(B)	3.35	.71			
	전기기계(C)	3.57	.69			
	전자, 반도체(D)	3.27	.59			
	철강, 금속, 시멘트(E)	3.44	.72			
	기타	3.49	.70			
매출 규모	100억 미만(A)	3.21	.62	4.638	.000	
	100억~300억 미만(B)	3.28	.74			
	300억~500억 미만(C)	3.32	.85			
	500억~1,000억 미만(D)	3.28	.63			
	1,000억~2,000억 미만(E)	3.36	.66			
	2,000억~5,000억 미만(F)	3.58	.68			
	5,000억~1조 미만(G)	3.67	.64			
	1조 이상(H)	3.72	.71			
인력 규모	50명 이하(A)	3.17	.60	8.563	.000	F>A,C E>A
	51명~100명(B)	3.39	.79			
	101명~500명(C)	3.34	.69			
	501명~1,000명(D)	3.44	.68			
	1,001명~3,000명(E)	3.72	.54			
	3,001명 이상(F)	3.84	.68			
주요 고객	기업 고객(A)	3.42	.70	.770	.511	
	대기업 하청(B)	3.40	.73			
	일반 소비자(C)	3.51	.71			
	공공 기관(D)	3.28	.72			
수용 분야	기계/설비 자동화(A)	3.33	.72	1.124	.326	
	A+공정, 운영자동화(B)	3.47	.67			
	B+기타 솔루션(C)	3.39	.74			
공장 수준	ICT 미적용(A)	3.14	.65	13.574	.000	D>B,A C>A
	기초(B)	3.43	.69			
	중간1(C)	3.68	.62			
	중간2(D)	3.81	.77			
자금 종류	기업독자자금(A)	3.55	.70	4.066	.007	
	민간지원(대기업협력)(B)	3.28	.70			
	정부지원 자금(C)	3.48	.76			
	정부지원+민간지원(D)	3.47	.54			

주) † : Welch test & Games-Howell's post-hoc

아) 기업특성에 따른 재무적 준비 차이 분석

기업 특성에 따른 재무적 준비 차이 분석을 위해 ANOVA를 실시하였다. Levene의 등분산 검정을 실시하여 등분산이 아닌 경우에는 이분산 ANOVA인 Welch test를 실시하였다. 집단 간 유의한 차이가 있는 경우에 사후분석을 실시한다. 사후분석은 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한다.

기업 특성에 따른 재무적 준비의 차이에 대해 분석한 결과, 업종에 따른 재무적 준비 (p=.544>.05), 주요 고객에 따른 재무적 준비 (p=.677>.05)는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 매출 규모에 따른 재무적 준비 차이 (p=.000<.05), 인력 규모에 따른 재무적 준비 차이(p=.000<.05), 수용 분야에 따른 재무적 준비 차이(p=.001<.05)공장 수준에 따른 재무적 준비 차이 (p=.001<.05), 자금 종류에 따른 재무적 준비 차이(p=.000<.05)는 유의한 차이를 나타내었다. 집단 간 유의한 차이가 있는 특성에 대해 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한 결과 매출규모에 대해서는 1조 이상의 집단(M=3.73), 5,000억~1조 미만(M=3.64), 2,000억~5,000억 미만(3.49), 1,000억~2,000억 미만 집단(M=3.48)이 100억 미만 집단(M=2.83)보다 재무적 준비에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났으며, 인력 규모에 대해서는 3,001명 이상 집단(M=3.80)이 51명~100명 집단(M=3.29)과 50명 이하 집단(M=2.83)보다, 1,001명~3,000명 집단(M=3.50), 501~1,000명 집단 과 101명~500명 집단(M=3.40)이 50명 이하 집단(M=2.83) 재무적 준비에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 수용 분야에 대해서는 기계/설비 자동화와 공정운영시스템을 모두 수용하는 집단(M=3.49)이 다른 두 집단보다, 공장수준에 대해서는 중간 2단계(M=4.03)가 다른 모든 단계보다, 중간1단계(M=3.57)는 중간 1단계 집단, 기초 집단, ICT미적용 단계(M=2.89)보다 재무적 준비에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 자금 종류에 대해서는 기업독자 자금을 활용하는 집단(M=3.58)이 민간지원(M=3.08) 집단보다 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다.

[표 4-15] 기업의 특성에 따른 재무적 준비 차이 분석

		M	SD	F	p	Post-Hoc
업종	기계장비(A)	3.33	.86	.809	.544	
	자동차(부품)(B)	3.21	.77			
	전기기계(C)	3.27	.89			
	전자, 반도체(D)	3.49	.78			
	철강, 금속, 시멘트(E)	3.36	.72			
	기타	3.43	.68			
매출 규모	100억 미만(A)	2.83	.74	9.979	.000	H,G,F,E> A
	100억~300억 미만(B)	3.19	.71			
	300억~500억 미만(C)	3.29	.69			
	500억~1,000억 미만(D)	3.30	.73			
	1,000억~2,000억 미만(E)	3.48	.70			
	2,000억~5,000억 미만(F)	3.49	.61			
	5,000억~1조 미만(G)	3.64	.82			
	1조 이상(H)	3.73	.82			
인력 규모	50명 이하(A)	2.83	.74	13.933	.000	F>B.A E,D,C>A
	51명~100명(B)	3.29	.65			
	101명~500명(C)	3.40	.72			
	501명~1,000명(D)	3.48	.66			
	1,001명~3,000명(E)	3.50	.81			
	3,001명 이상(F)	3.80	.85			
주요 고객	기업 고객(A)	3.33	.84	.508	.677	
	대기업 하청(B)	3.21	.75			
	일반 소비자(C)	3.38	.76			
	공공 기관(D)	3.34	.72			
수용 분야	기계/설비 자동화(A)	3.17	.89	7.686	.001 †	B>A,C
	A+공정, 운영자동화(B)	3.49	.72			
	B+기타 솔루션(C)	3.16	.83			
공장 수준	ICT 미적용(A)	2.89	.77	25.545	.000	D>C,B,A C,B>A
	기초(B)	3.37	.72			
	중간1(C)	3.57	.68			
	중간2(D)	4.03	.79			
자금 종류	기업독자자금(A)	3.58	.83	11.459	.000	A>B
	민간지원(대기업협력)(B)	3.08	.74			
	정부지원 자금(C)	3.45	.73			
	정부지원+민간지원(D)	3.15	.57			

주) † : Welch test & Games-Howell's post-hoc

자) 기업특성에 따른 정부지원 차이 분석

기업 특성에 따른 정부지원 차이 분석을 위해 ANOVA를 실시하였다. Levene의 등분산 검정을 실시하여 등분산이 아닌 경우에는 이분산 ANOVA인 Welch test를 실시하였다. 집단 간 유의한 차이가 있는 경우에 사후분석을 실시한다. 사후분석은 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한다.

기업 특성에 따른 정부 지원의 차이에 대해 분석한 결과, 업종에 따른 정부 지원 (p=.812>.05), 매출 규모에 따른 정부 지원 차이(p=.187>.05), 주요 고객에 따른 정부 지원 (p=.279>.05), 공장 수준에 따른 정부 지원 차이(p=.067>.05)는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 인력 규모에 따른 정부 지원 차이(p=.023<.05), 수용 분야에 따른 정부 지원 차이(p=.050=.05), 자금 종류에 따른 정부 지원 차이(p=.000<.05)는 유의한 차이를 나타내었다. 집단 간 유의한 차이가 있는 특성에 대해 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한 결과 자금 지원에 대해서는 정부 지원 자금을 활용하는 집단이 기업독자 자금을 활용하는 집단보다 정부지원에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 검정 내용은 [표 4-16]과 같다.

[표 4-16] 기업의 특성에 따른 정부지원 차이 분석

		M	SD	F	p	Post-Hoc
업종	기계장비(A)	3.33	.66	.452	.812	
	자동차(부품)(B)	3.43	.66			
	전기기계(C)	3.46	.63			
	전자, 반도체(D)	3.35	.60			
	철강, 금속, 시멘트(E)	3.34	.67			
	기타	3.38	.65			
매출 규모	100억 미만(A)	3.29	.58	1.442	.187	
	100억~300억 미만(B)	3.46	.55			
	300억~500억 미만(C)	3.46	.83			
	500억~1,000억 미만(D)	3.52	.65			
	1,000억~2,000억 미만(E)	3.44	.61			
	2,000억~5,000억 미만(F)	3.51	.53			
	5,000억~1조 미만(G)	3.13	.71			
	1조 이상(H)	3.34	.74			
인력 규모	50명 이하(A)	3.23	.54	2.634	.023	
	51명~100명(B)	3.60	.68			
	101명~500명(C)	3.45	.61			
	501명~1,000명(D)	3.30	.65			
	1,001명~3,000명(E)	3.26	.73			
	3,001명 이상(F)	3.41	.76			
주요 고객	기업 고객(A)	3.33	.67	1.287	.279	
	대기업 하청(B)	3.50	.59			
	일반 소비자(C)	3.38	.59			
	공공 기관(D)	3.49	.75			
수용 분야	기계/설비 자동화(A)	3.28	.54	3.064	.050 †	
	A+공정, 운영자동화(B)	3.46	.63			
	B+기타 솔루션(C)	3.31	.70			
공장 수준	ICT 미적용(A)	3.26	.62	2.456	.067 †	
	기초(B)	3.45	.58			
	중간1(C)	3.38	.77			
	중간2(D)	3.49	.75			
자금 종류	기업독자자금(A)	3.23	.63	6.956	.000	C>A
	민간지원(대기업협력)(B)	3.46	.63			
	정부지원 자금(C)	3.77	.54			
	정부지원+민간지원(D)	3.36	.76			

주) † : Welch test & Games-Howell's post-hoc

차) 기업특성에 따른 컨설턴트 지원 차이 분석

기업 특성에 따른 컨설턴트 지원 차이 분석을 위해 ANOVA를 실시하였다. Levene의 등분산 검정을 실시하여 등분산이 아닌 경우에는 이분산 ANOVA 인 Welch test를 실시하였다. 집단 간 유의한 차이가 있는 경우에 사후분석을 실시한다. 사후분석은 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한다.

기업 특성에 따른 컨설턴트 지원의 차이에 대해 분석한 결과, 매출 규모에 따른 컨설턴트 지원 차이(p=.335>.05), 인력 규모에 따른 컨설턴트 지원 차이(p=.118>.05), 주요 고객에 따른 컨설턴트 지원 (p=.225>.05), 공장 수준에 따른 컨설턴트 지원 차이(p=.623>.05), 수용 분야에 따른 컨설턴트 지원 차이(p=.250>.05), 자금 종류에 따른 컨설턴트 지원 차이(p=.117>.05)는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 업종에 따른 컨설턴트 지원 (p=.040<.05)는 유의한 차이를 나타내었다. 검정 내용은 [표 4-17]과 같다.

HANSUNG UNIVERSITY

[표 4-17] 기업의 특성에 따른 컨설턴트지원 차이 분석

		M	SD	F	p	Post-Hoc
업종	기계장비(A)	3.50	.77	2.358	.040	
	자동차(부품)(B)	3.42	.80			
	전기기계(C)	3.73	.68			
	전자, 반도체(D)	3.83	.73			
	철강, 금속, 시멘트(E)	3.66	.85			
	기타	3.70	.64			
매출 규모	100억 미만(A)	3.49	.70	1.144	.335	
	100억~300억 미만(B)	3.44	.73			
	300억~500억 미만(C)	3.65	.63			
	500억~1,000억 미만(D)	3.49	.87			
	1,000억~2,000억 미만(E)	3.69	.87			
	2,000억~5,000억 미만(F)	3.71	.76			
	5,000억~1조 미만(G)	3.60	.83			
	1조 이상(H)	3.72	.77			
인력 규모	50명 이하(A)	3.49	.72	1.769	.118	
	51명~100명(B)	3.48	.74			
	101명~500명(C)	3.60	.84			
	501명~1,000명(D)	3.55	.85			
	1,001명~3,000명(E)	3.64	.63			
	3,001명 이상(F)	3.83	.68			
주요 고객	기업 고객(A)	3.58	.77	1.462	.225	
	대기업 하청(B)	3.60	.74			
	일반 소비자(C)	3.72	.72			
	공공 기관(D)	3.37	.82			
수용 분야	기계/설비 자동화(A)	3.55	.67	1.392	.250	
	A+공정, 운영자동화(B)	3.66	.78			
	B+기타 솔루션(C)	3.52	.77			
공장 수준	ICT 미적용(A)	3.53	.76	.589	.623	
	기초(B)	3.62	.73			
	중간1(C)	3.56	.87			
	중간2(D)	3.71	.70			
자금 종류	기업독자자금(A)	3.57	.74	1.980	.117	
	민간지원(대기업협력)(B)	3.56	.80			
	정부지원 자금(C)	3.95	.65			
	정부지원+민간지원(D)	3.57	.66			

주) † : Welch test & Games-Howell's post-hoc

카) 기업특성에 따른 수용 의도 차이 분석

기업 특성에 따른 수용 의도 차이 분석을 위해 ANOVA를 실시하였다. Levene의 등분산 검정을 실시하여 등분산이 아닌 경우에는 이분산 ANOVA인 Welch test를 실시하였다. 집단 간 유의한 차이가 있는 경우에 사후분석을 실시한다. 사후분석은 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한다.

기업 특성에 따른 수용 의도의 차이에 대해 분석한 결과, 업종에 따른 수용 의도 (p=.060>.05), 주요 고객에 따른 수용 의도 (p=.757>.05), 자금 종류에 따른 수용 의도 차이(p=.086>.05)는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 매출 규모에 따른 수용 의도 차이(p=.000<.05), 인력 규모에 따른 수용 의도 차이(p=.000<.05), 수용 분야에 따른 수용 의도 차이(p=.003<.05), 공장 수준에 따른 수용 의도 차이(p=.000<.05)는 유의한 차이를 나타내었다. 집단 간 유의한 차이가 있는 특성에 대해 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한 결과 매출규모에 대해서는 5,000억~1조 미만(M=4.07)집단이 500억~1,000억 미만 집단(M=3.35)과 100억 미만 집단(M=3.29)에 비해, 인력 규모에 대해서는 3,001명 이상 집단(M=3.93)과 1,001명~3,000명 집단(M=3.92)이 50명 이하집단(M=3.27)보다 수용 의도에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 수용 분야에 대해서는 기계/설비 자동화와 공정운영시스템을 모두 수용하는 집단(M=3.72)이 기계/설비 자동화 집단(M=3.40)보다 수용 의도에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 공장 수준에 대해서는 중간2 집단(M=4.07)이 기초(M=3.66)와 ICT미적용 집단(M=3.21)보다, 중간1(M=3.79) 및 기초 집단은 ICT미적용 집단보다, 그리고 기초집단은 ICT미적용 집단보다 수용의도에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 검정 내용은 [표 4-18]과 같다.

[표 4-18] 기업의 특성에 따른 수용의도 차이 분석

		M	SD	F	p	Post-Hoc
업종	기계장비(A)	3.53	.83	2.126	.062	
	자동차(부품)(B)	3.39	.81			
	전기기계(C)	3.66	.77			
	전자, 반도체(D)	3.57	.73			
	철강, 금속, 시멘트(E)	3.80	.82			
	기타	3.74	.66			
매출 규모	100억 미만(A)	3.29	.68	6.068	.000	G>D,A
	100억~300억 미만(B)	3.42	.73			
	300억~500억 미만(C)	3.58	.87			
	500억~1,000억 미만(D)	3.35	.80			
	1,000억~2,000억 미만(E)	3.53	.75			
	2,000억~5,000억 미만(F)	3.80	.65			
	5,000억~1조 미만(G)	4.07	.73			
	1조 이상(H)	3.88	.85			
인력 규모	50명 이하(A)	3.27	.70	7.184	.000	F,E>A
	51명~100명(B)	3.64	.73			
	101명~500명(C)	3.49	.80			
	501명~1,000명(D)	3.76	.74			
	1,001명~3,000명(E)	3.92	.65			
	3,001명 이상(F)	3.93	.86			
주요 고객	기업 고객(A)	3.56	.82	.394	.757	
	대기업 하청(B)	3.56	.68			
	일반 소비자(C)	3.67	.78			
	공공 기관(D)	3.59	.81			
수용 분야	기계/설비 자동화(A)	3.40	.86	5.873	.003	B>A
	A+공정, 운영자동화(B)	3.72	.73			
	B+기타 솔루션(C)	3.46	.82			
공장 수준	ICT 미적용(A)	3.21	.75	15.960	.000	D>B,A C,B>A B>A
	기초(B)	3.66	.71			
	중간1(C)	3.79	.83			
	중간2(D)	4.07	.71			
자금 종류	기업독자자금(A)	3.69	.79	2.212	.086	
	민간지원(대기업협력)(B)	3.52	.80			
	정부지원 자금(C)	3.63	.67			
	정부지원+민간지원(D)	3.31	.82			

주) † : Welch test & Games-Howell's post-hoc

타) 기업특성에 따른 만족도 차이 분석

기업 특성에 따른 만족도 차이 분석을 위해 ANOVA를 실시하였다. Levene의 등분산 검정을 실시하여 등분산이 아닌 경우에는 이분산 ANOVA인 Welch test를 실시하였다. 집단 간 유의한 차이가 있는 경우에 사후분석을 실시한다. 사후분석은 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한다.

기업 특성에 따른 만족도의 차이에 대해 분석한 결과, 업종에 따른 만족도 (p=.851>.05), 매출 규모에 따른 만족도 차이(p=.869>.05), 인력 규모에 따른 만족도 차이(p=.087>.05), 주요 고객에 따른 만족도 (p=.648>.05), 수용 분야에 따른 만족도 차이(p=.337>.05), 자금 종류에 따른 만족도 차이 (p=.090>.05)는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 공장 수준에 따른 만족도 차이(p=.000<.05)는 유의한 차이를 나타내었다. 집단 간 유의한 차이가 있는 특성에 대해 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한 결과 공장수준에 대해서는 중간 2단계(M=3.73)가 기초집단(M=3.30), ICT미적용 단계(M=3.10)보다, 중간1단계(M=3.58)는 ICT미적용 단계(M=3.10)보다 만족도에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 검정 내용은 [표 4-19]과 같다.

[표 4-19] 기업의 특성에 따른 만족도 차이 분석

		M	SD	F	p	Post-Hoc
업종	기계장비(A)	3.32	.76	.397	.851	
	자동차(부품)(B)	3.27	.72			
	전기기계(C)	3.38	.71			
	전자, 반도체(D)	3.37	.73			
	철강, 금속, 시멘트(E)	3.25	.82			
	기타	3.42	.60			
매출 규모	100억 미만(A)	3.28	.61	.452	.869	
	100억~300억 미만(B)	3.26	.66			
	300억~500억 미만(C)	3.39	.84			
	500억~1,000억 미만(D)	3.30	.69			
	1,000억~2,000억 미만(E)	3.30	.65			
	2,000억~5,000억 미만(F)	3.26	.72			
	5,000억~1조 미만(G)	3.42	.94			
	1조 이상(H)	3.42	.79			
인력 규모	50명 이하(A)	3.21	.61	1.941	.087	
	51명~100명(B)	3.48	.74			
	101명~500명(C)	3.27	.71			
	501명~1,000명(D)	3.23	.71			
	1,001명~3,000명(E)	3.35	.73			
	3,001명 이상(F)	3.51	.84			
주요 고객	기업 고객(A)	3.34	.74	.551	.648	
	대기업 하청(B)	3.32	.69			
	일반 소비자(C)	3.25	.71			
	공공 기관(D)	3.45	.62			
수용 분야	기계/설비 자동화(A)	3.46	.71	1.092	.337	
	A+공정, 운영자동화(B)	3.32	.68			
	B+기타 솔루션(C)	3.29	.77			
공장 수준	ICT 미적용(A)	3.10	.69	10.829	.000	D>B,A C>A
	기초(B)	3.30	.66			
	중간1(C)	3.58	.73			
	중간2(D)	3.73	.75			
자금 종류	기업독자자금(A)	3.30	.79	2.183	.090	
	민간지원(대기업협력)(B)	3.28	.66			
	정부지원 자금(C)	3.55	.74			
	정부지원+민간지원(D)	3.58	.46			

주) † : Welch test & Games-Howell's post-hoc

파) 기업특성에 따른 순편익 차이 분석

기업 특성에 따른 순편익 차이 분석을 위해 ANOVA를 실시하였다. Levene의 등분산 검정을 실시하여 등분산이 아닌 경우에는 이분산 ANOVA인 Welch test를 실시하였다. 집단 간 유의한 차이가 있는 경우에 사후분석을 실시한다. 사후분석은 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한다.

기업 특성에 따른 순편익의 차이에 대해 사후 분석한 결과, 업종에 따른 순편익($p=.242>.05$), 매출 규모에 따른 순편익 차이($p=.051>.05$), 자금 종류에 따른 순편익 차이($p=.579>.05$)는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 인력 규모에 따른 순편익 차이($p=.002<.05$), 주요 고객에 따른 순편익($p=.033<.05$), 수용 분야에 따른 순편익 차이($p=.012<.05$), 공장 수준에 따른 순편익 차이($p=.015<.05$)는 유의한 차이를 나타내었다. 집단 간 유의한 차이가 있는 특성에 대해 ANOVA에서는 Scheffe, Welch test에서는 Games-Howell의 사후분석을 실시한 결과 수용 분야에 대해서는 기계/설비 자동화 집단($M=3.87$)과 공정운영시스템을 모두 수용하는 집단($M=3.84$)이 기타 솔루션까지 확장한 집단($M=3.64$)보다는 순편익에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 검정 내용은 [표 4-20]과 같다.

<표 4-20> 기업의 특성에 따른 순편익 차이 분석

		M	SD	F	p	Post-Hoc
업종	기계장비(A)	3.75	.61	1.352	.242	
	자동차(부품)(B)	3.71	.66			
	전기기계(C)	3.89	.56			
	전자, 반도체(D)	3.92	.67			
	철강, 금속, 시멘트(E)	3.80	.59			
	기타	3.65	.59			
매출 규모	100억 미만(A)	3.71	.61	2.028	.051	
	100억~300억 미만(B)	3.66	.58			
	300억~500억 미만(C)	3.69	.63			
	500억~1,000억 미만(D)	3.63	.56			
	1,000억~2,000억 미만(E)	3.71	.63			
	2,000억~5,000억 미만(F)	3.84	.61			
	5,000억~1조 미만(G)	3.96	.74			
	1조 이상(H)	3.95	.59			
인력 규모	50명 이하(A)	3.67	.60	3.968	.002	
	51명~100명(B)	3.78	.71			
	101명~500명(C)	3.65	.73			
	501명~1,000명(D)	3.88	.55			
	1,001명~3,000명(E)	3.91	.53			
	3,001명 이상(F)	4.02	.62			
주요 고객	기업 고객(A)	3.78	.62	2.942	.033	
	대기업 하청(B)	3.60	.62			
	일반 소비자(C)	3.92	.57			
	공공 기관(D)	3.70	.60			
수용 분야	기계/설비 자동화(A)	3.87	.71	4.584	.012 †	A,B>C
	A+공정, 운영자동화(B)	3.84	.68			
	B+기타 솔루션(C)	3.64	.77			
공장 수준	ICT 미적용(A)	3.64	.58	3.554	.015	
	기초(B)	3.78	.58			
	중간1(C)	3.90	.68			
	중간2(D)	3.92	.68			
자금 종류	기업독자자금(A)	3.82	.63	.657	.579	
	민간지원(대기업협력)(B)	3.74	.63			
	정부지원 자금(C)	3.78	.55			
	정부지원+민간지원(D)	3.67	.48			

주) † : Welch test & Games-Howell's post-hoc

하) 기업특성에 따른 차이 분석 종합

상대적 이점 인식에 대해서는 업종별, 매출규모별, 인력규모, 스마트 공장의 수준에 따라 유의한 차이를 나타내어 사후분석을 실시한 결과 업종에 대해서는 전자, 반도체 업종(M=4.34)이 자동차(부품)(M=3.94)업종에 비해, 공장 수준에 대해서는 중간 2 단계 이상인 집단(M=3.98)이 ICT미적용(M=3,57) 집단에 비해 상대적 이점에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다.

무형적 속성 차이는 자금 종류에 대해서만 유의한 차이를 나타내었다.

불확실성 차이는 수용 분야에 대해 유의한 차이를 나타내었다. 사후분석을 실시한 결과 수용 분야에 대해서는 기계/설비 자동화와 공정운영시스템을 모두 수용하는 집단(M=3.72)이 기계/설비 자동화를 수용하는 집단(M=3.32)보다 불확실성에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 즉 소프트웨어를 포함하는 솔루션에 대한 불확실성인식이 높게 나타났다.

스마트 공장에 대한 기업가 정신에 대해서는 전 항목에서 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다.

흡수역량에 대해서는 매출 규모, 인력 규모, 자금 종류에 따라 유의한 차이를 나타내었다. 사후분석을 실시한 결과 공장 수준이 중간 2 단계 이상인 집단(M=3.93)이 ICT미적용(M=3,37), 기초(M=3.46) 집단에 비해 흡수 역량에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 역시 공장 수준이 높을수록 흡수 역량이 높다고 인식하고 있었다.

회사규모에 대해서는 매출 규모, 인력 규모, 주요 고객, 수용 분야, 공장 수준, 자금 종류에 따라 유의한 차이를 나타내었다. 사후분석을 실시한 결과 매출규모에 대해서는 1조 이상의 집단(M=4.05)이 다른 모든 집단보다, 5,000억~1조 미만(M=3.66), 2,000억~5,000억 미만(3.59), 1,000억~2,000억 미만 집단(M=3.34)이 100억 미만 집단(M=2.80)보다 회사 규모가 상대적으로 크다고 인식하고 있는 것으로 나타났으며, 인력 규모에 대해서는 3,001명 이상 집단(M=4.12)이 다른 모든 집단보다, 501~1,000명 집단(M=3.78)이 51~100명 집단(M=3.24)과 50명 이하 집단(M=2.81)보다, 1,001명~3,000명 집단(M=3.53)과 101명~500명 집단(M=3.39)이 50명 이하집단에 비해 회사 규모

에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 주요고객에 대해서는 일반소비자 대상의 기업(M=3.65)이 공공기관대상의 기업(M=3.04)보다, 수용 분야에 대해서는 기계/설비 자동화와 공정운영시스템을 모두 수용하는 집단(M=3.55)이 기계/설비 자동화 없이 공정과 기타 솔루션을 수용하는 집단(M=3.22)보다, 공장 수준에 대해서는 중간 2단계(M=4.13)가 다른 모든 단계보다, 중간1단계(M=3.66)는 ICT미적용 단계(M=3.02)보다 회사 규모에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 자금 종류에 대해서는 기업독자 자금을 활용하는 집단(M=3.70)이 민간지원(M=3.15)과 민간지원+정부지원을 받는 집단보다(M=3.10)보다 회사 규모에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다.

경쟁 환경에 대해서는 매출 규모, 인력 규모, 공장 수준, 자금 종류에 따라 유의한 차이를 나타내었다. 사후분석 결과 인력규모에 대해서는 3,000명 이상의 집단(M=3.84)이 101~500명 집단(M=3.34), 50명 이하 집단(M=3.17)에 비해, 공장 수준에 대해서는 중간2 단계 이상인 집단(M=3.81)이 ICT미적용(M=3,14), 기초(M=3.43) 집단에 비해, 중간1 집단(M=3.68)이 ICT미적용 집단에 비해 경쟁 환경을 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다.

재무적 준비에 대해서는 매출규모, 인력 규모, 수용 분야, 공장 수준, 자금 종류에 따라 유의한 차이를 나타내었다. 사후분석을 실시한 결과 매출규모에 대해서는 1조 이상의 집단(M=3.73), 5,000억~1조 미만(M=3.64), 2,000억~5,000억 미만(3.49), 1,000억~2,000억 미만 집단(M=3.48)이 100억 미만 집단(M=2.83)보다 재무적 준비에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났으며, 인력 규모에 대해서는 3,001명 이상 집단(M=3.80)이 51명~100명 집단(M=3.29)과 50명 이하 집단(M=2.83)보다, 1,001명~3,000명 집단(M=3.50), 501~1,000명 집단 과 101명~500명 집단(M=3.40)이 50명 이하집단(M=2.83) 재무적 준비에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 수용 분야에 대해서는 기계/설비 자동화와 공정운영시스템을 모두 수용하는 집단(M=3.49)이 다른 두 집단보다, 공장수준에 대해서는 중간 2단계(M=4.03)가 다른 모든 단계보다, 중간1단계(M=3.57)는 기초 집단, ICT미적용 단계(M=2.89)보다 재무적 준비에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 자금 종류에 대해서는 기업독자 자금을 활용하는 집단(M=3.58)이 민간지원

(M=3.08) 집단보다 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다.

정부 지원에 대해서는 인력 규모, 수용 분야, 자금 종류에 따라 유의한 차이를 나타내었다. 사후분석을 실시한 결과 자금 지원에 대해서는 정부 지원 자금을 활용하는 집단이 기업독자 자금을 활용하는 집단보다 정부지원에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다.

컨설턴트 지원에 대해서는 업종에 따라 유의한 차이를 나타내었다.

수용 의도에 대해서는 매출규모, 인력 규모, 수용 분야, 공장 수준에 따라 유의한 차이를 나타내었다. 사후분석을 실시한 결과 매출규모에 대해서는 5,000억~1조 미만(M=4.07)집단이 500억~1,000억 미만 집단(M=3.35)과 100억 미만 집단(M=3.29)에 비해, 인력 규모에 대해서는 3,001명 이상 집단(M=3.93)과 1,001명~3,000명 집단(M=3.92)이 50명 이하집단(M=3.27)보다 수용 의도에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 수용 분야에 대해서는 기계/설비 자동화와 공정운영시스템을 모두 수용하는 집단(M=3.72)이 기계/설비 자동화 집단(M=3.40)보다 수용 의도에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 공장 수준에 대해서는 중간2 집단(M=4.07)이 기초(M=3.66)와 ICT미적용 집단(M=3.21)보다, 중간1(M=3.79) 및 기초 집단은 ICT미적용 집단보다, 그리고 기초집단은 ICT미적용 집단보다 수용의도에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다.

만족도는 공장 수준에 따라 유의한 차이를 나타내었다. 사후분석을 실시한 결과 공장수준에 대해서는 중간 2단계(M=3.73)가 기초 집단(M=3.30), ICT미적용 단계(M=3.10)보다, 중간1단계(M=3.58)는 ICT미적용 단계(M=3.10)보다 만족도에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다.

순편익에 대해서는 인력 규모, 주요 고객, 수용 분야, 공장 수준에 따라 유의한 차이를 나타내었다. 사후분석을 실시한 결과 수용 분야에 대해서는 기계/설비 자동화 집단(M=3.87)과 공정운영시스템을 모두 수용하는 집단(M=3.84)이 기타 솔루션을 도입한 집단(M=3.64)보다는 순편익에 대해 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 전체적인 차이는 [표 4-21]에 기술하였다.

[표 4-21] 기업의 특성에 따라 차이가 있는 변수 (ANOVA 결과 요약)

	업종	매출규모	인력규모	주요고객	수용분야	공장수준	자금종류
상대적 이점	●	●	●			●	
무형적 속성							●
불확실성					●		
기업가 정신							
흡수역량		●	●			●	●
회사규모		●	●	●	●	●	●
재무적 준비		●	●		●	●	●
경쟁 환경		●	●			●	●
정부 지원			●		●		●
컨설팅지원	●						
수용의도		●	●		●	●	
만족도						●	
순편익			●	●	●	●	

즉 회사의 규모와 능력을 표현할 수 있는 변수들이 즉 매출규모, 인력규모, 공장수준, 자금 종류 등 주요 속성에 대해 차이를 보이고 있어 기업 규모에 따라 회사들이 처한 상황과 환경이 다른 것으로 나타나고 있어 스마트 공장 동비 확대 등의 스마트 공장 정책을 수립할 때에는 이에 따라 다른 접근법이 달라야 함을 보이고 있다.

4) 확인적 요인 분석

연구모형을 바탕으로 탐색적 요인분석과정을 통해 판별 타당성과 수렴 타당성이 확인되었으나, 구성개념간의 가설 검정에 앞서 AMOS 22.0을 이용한 확인적 요인 분석을 통해 각 측정 변수들의 단일 차원성을 검정하였다. 자료의 적합성을 검정하기 위하여 χ^2, CMIN/df, GFI, AGFI, CFI, NFI, TLI, RMR, RMSEA 지수를 사용하였으며, 적합도에 대한 판단 기준은 [표 4-22]과 같이 적용하였다(우종필, 2012; Fornell and Larker, 1981).

[표 4-22] 확인적 요인분석 적합도 판단기준

적합도 지수	권고 수용기준	본 연구에서의 적용기준
χ^2검정	p>.05	-
CMIN/df	3 이하 우수	.3 이하
GFI	.9 이상 우수	.9 이상
AGFI	.85 이상 우수 .8 이상 적합	.8 이상
CFI	.9 이상 우수	.9 이상
NFI	.9 이상 우수	.9 이상
IFI	.9 이상 우수	.9 이상
TLI	.9 이상 우수	.9 이상
RMR	.05 이하 우수	.05 이하
RMSEA	.05 이하 우수 .08이하 어느 정도 우수	.08 이하

일반적 수용 기준 : 우종필(2012)

집중타당성을 검증하기 위해서는 요인 부하량(factor loading)과 유의성을 확인하고, AVE(평균분산추출)과 개념 신뢰도를 확인하였다. 요인 부하량과 유의성을 확인함에 있어 요인 부하량은 표준화된 요인 부하량(standardized factor loading)이 최소 .5이상이어야 하며, .95이면 좋다고 할 수 있다(.7이상이면 바람직). 이와 더불어 통계적 유의성(C.R.>1.965, p=<.05)도 함께 확인하여야 한다. AVE(Average Variance Extracted: 평균분산추출)는 표준화된

요인 부하량의 제곱한 값들의 합을 표준화된 요인 부하량의 제곱의 합과 오차분산의 합으로 나눈 값이다(Fornell & Laker 1981). AVE값이 .5이상이면 집중타당성이 있는 것으로 간주한다(우종필, 2012).

□ 개념 신뢰도(Construct Reliability: C.R.) 또는 합성신뢰도(Composite reliability)는 표준화된 요인 부하량 합의 제곱을 표준화된 요인 부하량 합의 제곱과 오차분산의 합으로 나눈 값이다. 개념 신뢰도 값이 .7이상이면 집중타당성이 있는 것으로 간주한다(우종필, 2012).

다음으로 판별타당성은 한 구성개념이 다른 구성개념과 얼마나 다른가에 관한 개념이다. 즉, 서로 다른 개념을 측정했을 때 얻어진 측정치들 간에는 상관관계가 낮아야 한다는 것이다. 본 연구에서는 먼저 평균분산 추출 값이 개념들 간 상관계수의 제곱 값을 상회하는 경우(AVE>Φ2) 판별타당성이 있는 것으로 간주한다(Fornell and Larcker, 1981). 또는 구성개념 간 상관계수에 대한 95% 신뢰구간에서 표준오차 구간추정치가(Φ±2×표준오차) 1을 포함하지 않으면 판별타당성이 있다고 볼 수 있다(Anderson and Gerbing, 1988).

가) 외생변수 확인적 요인분석

본 연구에서는 TOE Framework의 기술 요인으로 불확실성, 무형성, 상대적 이점을, 조직 요인으로 기업가정신, 흡수역량, 회사규모, 재무 준비성을, 환경 요인으로 경쟁 환경, 정부지원 컨설턴트 지원을 외생변수로 채택하였다. 따라서 이를 하나의 구성개념으로 보고 이에 대한 확인적 요인 분석과 함께 집중타당도와 판별타당성을 검증하였다.

최초 확인적 요인분석 결과, 확인적 요인분석 결과를 살펴보면 지수 중 RMSEA=.046, AGFI=.826, CFI=.941, TLI=.933, RMR=.036은 권고기준을 상회하고 있으나, χ^2=1097.801(p=.000, df=620), GFI=.855, NFI=.876의 적합도 지수들은 권고기준을 미치지 못하고 있는 것으로 나타났다. 최초 확인적 요인 분석결과는 [표 4-23]과 같다.

[표 4-23] 외생변수 (최초)확인적 요인분석 결과

측정항목			표준화계수	표준오차	t-value	p	CR	AVE	SMC
기업가정신	→	기업가정신4	.830	Fix	-	-	.899	.690	.689
		기업가정신3	.803	.057	17.303	***			.646
		기업가정신2	.823	.053	17.871	***			.678
		기업가정신1	.744	.055	15.619	***			.554
흡수역량	→	흡수역량4	.910	Fix	-	-	.940	.798	.828
		흡수역량3	.905	.037	26.783	***			.820
		흡수역량2	.860	.038	23.912	***			.740
		흡수역량1	.779	.041	19.580	***			.607
회사규모	→	회사규모4	.905	Fix	-	-	.917	.736	.819
		회사규모3	.805	.042	20.380	***			.649
		회사규모2	.897	.037	25.124	***			.804
		회사규모1	.787	.042	19.553	***			.620
재무준비	→	재무준비4	.641	Fix	-	-	.901	.749	.411
		재무준비3	.762	.103	12.352	***			.580
		재무준비2	.896	.113	13.891	***			.803
		재무준비1	.898	.106	13.911	***			.807
경쟁환경	→	경쟁환경4	.679	Fix	-	-	.749	.572	.461
		경쟁환경3	.786	.099	10.882	***			.618
		경쟁환경2	.507	.070	8.104	***			.257
정부지원	→	정부지원4	.732	Fix	-	-	.849	.637	.535
		정부지원3	.669	.078	11.434	***			.448
		정부지원2	.821	.079	14.239	***			.674
		정부지원1	.572	.077	9.854	***			.328
불확실성	→	불확실성4	.646	Fix	-	-	.875	.706	.418
		불확실성3	.847	.097	12.800	***			.717
		불확실성2	.801	.095	12.378	***			.641
		불확실성1	.757	.088	11.900	***			.574
무형적속성	→	무형적속성4	.627	Fix	-	-	.846	.739	.393
		무형적속성3	.882	.120	12.448	***			.778
		무형적속성2	.623	.096	9.955	***			.389
		무형적속성1	.789	.107	11.849	***			.622
상대적이점	→	상대적이점4	.617	Fix	-	-	.905	.768	.381
		상대적이점3	.744	.097	10.977	***			.553

		상대적이점2	.747	.104	11.008	***			.558
		상대적이점1	.833	.093	11.682	***			.694
컨설팅지원	→	컨설팅지원3	.893	Fix	−	−	.939	.849	.797
		컨설팅지원2	.885	.045	23.017	***			.783
		컨설팅지원1	.868	.044	22.339	***			.753

χ^2=1097.801(p=.000, df=620), CMIN/df=1.771, GFI=.855, AGFI=.826, CFI=.941, NFI=.876, IFI=.942, TLI=.933, RMR=.036, RMSEA=.046,

모델 적합도를 향상시키기 위하여 Squared Multiple Correlations 지수가 .4 이하인 측정 변수를 삭제하면서 확인적 요인분석을 다시 실시하였다. 이 과정에서 측정변수 중 재무준비4, 경쟁환경2, 정부지원1, 불확실성4, 무형적속성2와 4, 상대적이점4가 제거되었다. 2차 확인적 요인분석 결과, [표 4-24]과 같이 χ^2와 GFI외의 모든 항목의 요인 부하량이 적정치 이상(λ=.50)으로 나타났으며, GFI=.884는 적합도 지수가 기준을 만족시키지 못하는 것으로 확인되었으나 모델에 본 연구에 사용하기에는 무리가 없다고 판단되어 그대로 진행하기로 하였다. 집중 타당성은 CR(0.7이상), AVE(0.5이상)으로 집중타당성에 문제가 없는 것으로 나타났다(우종필, 2012).

[표 4-24] 외생변수 (최종)확인적 요인분석 결과

측정항목			표준화 계수	표준 오차	t-value	p	CR	AVE	SMC
기업가정신	→	기업가정신4	.829	Fix	−	−	.899	.690	.688
		기업가정신3	.804	.057	17.309	***			.647
		기업가정신2	.823	.054	17.847	***			.678
		기업가정신1	.744	.055	15.604	***			.554
흡수역량	→	흡수역량4	.909	Fix	−	−	.940	.798	.827
		흡수역량3	.905	.037	26.762	***			.820
		흡수역량2	.861	.038	23.908	***			.741
		흡수역량1	.779	.041	19.575	***			.607
회사규모	→	회사규모4	.905	Fix	−	−	.917	.736	.819
		회사규모3	.805	.042	20.360	***			.648
		회사규모2	.897	.037	25.134	***			.804
		회사규모1	.787	.042	19.559	***			.620
재무준비	→	재무준비3	.746	Fix	−	−	.899	.749	.556

		재무준비2	.905	.073	17.505	***			.819
		재무준비1	.902	.068	17.458	***			.813
경쟁환경	→	경쟁환경4	.720	Fix	–	–	.728	.572	.518
		경쟁환경3	.772	.097	10.370	***			.597
정부지원	→	정부지원4	.740	Fix	–	–	.840	.637	.548
		정부지원3	.679	.079	11.291	***			.461
		정부지원2	.798	.081	12.386	***			.636
불확실성	→	불확실성3	.821	Fix	–	–	.878	.706	.674
		불확실성2	.819	.063	15.739	***			.671
		불확실성1	.774	.059	15.039	***			.600
무형적속성	→	무형적속성3	.902	Fix	–	–	.849	.739	.814
		무형적속성1	.791	.069	12.083	***			.625
상대적이점	→	상대적이점3	.735	Fix	–	–	.908	.768	.540
		상대적이점2	.751	.084	12.920	***			.564
		상대적이점1	.843	.076	13.686	***			.711
컨설팅지원	→	컨설팅지원3	.894	Fix	–	–	.944	.849	.798
		컨설팅지원2	.885	.044	23.030	***			.783
		컨설팅지원1	.868	.044	22.360	***			.753

χ^2=703.677(p=.000, df=389), CMIN/df=1.809, GFI=.884, AGFI=.852, CFI=.955, NFI=.906, IFI=.956, TLI=.947, RMR=.030, RMSEA=.047,

다음으로 [표 4-25]에서 판별타당도를 분석하였다. 먼저 평균분산 추출값이 개념들 간 상관계수의 제곱 값을 상회하는 경우(AVE>Φ^2) 판별타당성이 있는 것으로 간주하는(Fornell & Larcker, 1981) 방법에서는 상관계수 중 가장 큰 것은 .732(기업가 정신과 흡수역량)로서 결정계수는 .536(.732×.732)이 되어 AVE값보다 작으므로 판별타당성이 확보된 것으로 나타났다.

[표 4-25] 내생변수 판별 타당성 분석

	기업가 정신	흡수 역량	회사 규모	재무 준비	경쟁 환경	정부 지원	불확실 성	무형적 속성	상대적 이점	컨설팅 지원
기업가정신	.690									
흡수역량	.732	.798								
회사규모	.305	.341	.736							
재무준비	.479	.467	.628	.749						

경쟁환경	.495	.497	.343	.603	.572					
정부지원	.397	.405	.289	.406	.517	.637				
불확실성	−.058	−.084	.181	.054	−.018	−.071	.706			
무형적속성	.012	.018	.197	.091	.146	−.060	.568	.739		
상대적이점	.471	.373	.304	.266	.268	.306	.052	−.101	.768	
컨설팅지원	.299	.240	.269	.334	.277	.455	.072	−.029	.430	.849

외생변수에 대한 최초와 최종 확인적 요인분석의 결과를 정리하면 [표 4−26]와 같다.

[표 4−26] 외생변수 확인적 요인분석 결과(최초, 최종)

	χ^2	df	p	CMIN /df	GFI	AGFI	CFI	NFI	IFI	TLI	RMR	RMSEA
최초	1097.8	620	.000	1.771	.855	.826	.941	.876	.942	.933	.036	.046
최종	703.68	389	.000	1.809	.884	.852	.955	.906	.956	.947	.030	.047

나) 내생변수 확인적 요인분석

본 연구에서는 IT 성공모델의 내생 변수인 수용/수용의도, 만족도, 순편익으로 채택하여 이를 하나의 구성개념으로 보고 이에 대한 확인적 요인 분석과 함께 집중타당도와 판별타당성을 검증하였다. 확인적 요인분석 결과를 살펴보면 χ^2=148.447(p=.000, df=51)을 제외한 다른 적합도 지수들은 모두 권고기준을 상회하고 있는 것으로 나타났다(RMSEA=.073, GFI=.937, CFI=.968, TLI=.959, NFI=.952). 집중타당성(convergent validity)과 관련한 지표를 살펴보면 모든 항목의 요인 부하량이 적정치 이상(λ>.50), CR(0.7이상), AVE(0.5이상) 역시 기준치 이상으로 집중타당성에 문제가 없는 것으로 확인되었다(우종필, 2012). 확인적 요인분석 결과를 살펴보면 다음의 [표 4−27]과 같다.

[표 4-27] 내생변수 확인적 요인분석 결과

측정항목			표준화 계수	표준 오차	t-value	p	CR	AVE	SMC
수용/수용의도	→	수용의도4	.830	Fix	-	-	.923	.749	.688
		수용의도3	.880	.052	20.136	***			.774
		수용의도2	.846	.049	19.093	***			.716
		수용의도1	.809	.058	17.899	***			.655
만족도	→	만족도4	.857	Fix	-	-	.942	.803	.735
		만족도3	.877	.047	20.745	***			.769
		만족도2	.875	.047	21.647	***			.765
		만족도1	.845	.050	20.440	***			.715
순편익	→	순편익4	.835	Fix	-	-	.941	.802	.501
		순편익3	.860	.056	18.955	***			.668
		순편익2	.818	.057	17.795	***			.740
		순편익1	.708	.063	14.670	***			.694

χ^2=148.447(p=.000, df=51), CMIN/df=2.911, GFI=.937, AGFI=.903, CFI=.968, NFI=.952, IFI=.968, TLI=.959, RMR=.030, RMSEA=.073,

다음으로 [표 4-28]에서 판별타당도를 분석하였다. 먼저 평균분산 추출값이 개념들 간 상관계수의 제곱 값을 상회하는 경우(AVE>Φ^2) 판별타당성이 있는 것으로 간주하는(Fornell & Larcker, 1981) 방법에서는 상관계수 중 가장 큰 것은 .506(만족도와 순편익)로서 결정계수는 .256(.506×.506)이 되어 AVE값보다 작으므로 판별타당성이 확보된 것으로 나타났다.

[표 4-28] 내생변수 판별 타당성 분석

	수용/수용의도	만족도	순편익
수용/수용의도	.749		
만족도	.485	.803	
순편익	.503	.506	.802

5) 측정모형 분석

본 연구에서 채택한 측정모형의 적합도와 척도의 신뢰도와 타당도를 검증하기 위해 측정모형분석을 실시한다. 전체 측정모형의 적합도가 전반적으로 만족스럽고 척도의 신뢰도와 개념타당도가 검증되면 구조모형분석을 시행할 수 있다. 척도의 신뢰도와 개념타당도가 검증되면 구조모형분석을 시행 할 수 있다. 자료의 적합도를 검정하기 위하여 χ^2, GFI, AGFI, CFI, NFI, IFI, TLI, RMR, RMSA지수를 사용하였으며 적합도에 대한 판단기준은 [표 4-29]의 값을 적용하였다(우종필, 2012).

[표 4-29] 확인적 요인분석 적합도 판단기준

적합도 지수	권고 수용기준	본 연구에서의 적용기준
χ^2검정	p>.05	-
CMIN/df	3 이하 우수	.3 이하
GFI	.9 이상 우수	.9 이상
AGFI	.85 이상 우수	.8 이상
CFI	.9 이상 우수	.9 이상
NFI	.9 이상 우수	.9 이상
IFI	.9 이상 우수	.9 이상
TLI	.9 이상 우수	.9 이상
RMR	.05 이하 우수	.05 이하
RMSEA	.05 이하 우수 .08이하 어느 정도 우수	.08 이하

일반적 수용 기준 : 우종필(2012)

확인적 요인분석을 통하여 적합도가 확보된 잠재변수의 모든 측정변수에 대하여 측정모형 분석을 실시하였다. 측정모형의 적합도에 대한 판단기준은 [표 4-30]과 같이 χ^2와 GFI외의 모든 항목의 요인 부하량이 적정치 이상(λ=.50)으로 나타났으며, GFI는 적합도 지수가 기준을 만족시키지 못하는 것으로 확인되었으나 모델에 본 연구에 사용하기에는 무리가 없다고 판단되어 그대로 진행하기로 하였다. 집중타당성은 CR(0.7이상), AVE(0.5이상)으로 집중타당성에 문제가 없는 것으로 나타났다(우종필, 2012).

[표 4-30] 측정모형 확인적 요인분석 결과

측정항목			표준화 계수	표준 오차	t-value	p	CR	AVE	SMC
기업가정신	→	기업가정신4	.809	Fix	-	-	.884	.718	.654
		기업가정신3	.836	.061	17.039	***			.698
		기업가정신2	.824	.058	16.800	***			.679
흡수역량	→	흡수역량4	.918	Fix	-	-	.939	.836	.842
		흡수역량3	.917	.036	27.461	***			.840
		흡수역량2	.844	.038	23.121	***			.713
회사규모	→	회사규모4	.865	Fix	-	-	.903	.758	.749
		회사규모2	.933	.043	23.154	***			.870
		회사규모1	.791	.047	18.552	***			.626
재무준비	→	재무준비3	.756	Fix	-	-	.900	.750	.572
		재무준비2	.904	.070	18.057	***			.818
		재무준비1	.896	.065	17.904	***			.803
경쟁환경	→	경쟁환경4	.720	Fix	-	-	.728	.572	.518
		경쟁환경3	.772	.091	10.974	***			.597
정부지원	→	정부지원4	.727	Fix	-	-	.840	.637	.528
		정부지원3	.698	0.81	11.468				.487
		정부지원2	.794	.082	12.369	***			.630
불확실성	→	불확실성3	.819	Fix	-	-	.878	.707	.670
		불확실성2	.818	.063	15.770	***			.670
		불확실성1	.778	.059	15.132	***			.606
무형적속성	→	무형적속성3	.903	Fix	-	-	.850	.739	.816
		무형적속성1	.789	.068	12.241	***			.623
상대적이점	→	상대적이점2	.786	Fix	-	-	.881	.788	.618
		상대적이점1	.797	.073	11.801	***			.635
컨설팅지원	→	컨설팅지원3	.944	Fix	-	-	.919	.851	.890
		컨설팅지원2	.839	.062	14.513	***			.703
수용의도/수용	→	수용의도2	.821	Fix	-	-	.914	.779	.678
		수용의도3	.892	.059	19.816	***			.796
		수용의도4	.845	.060	18.581	***			.714
순편익	→	순편익4	.833	Fix	-	-	.935	.829	.693
		순편익2	.831	.058	17.880	***			.690
		순편익3	.859	.058	18.541	***			.738
만족도	→	만족도4	.854	Fix	-	-	.949	.822	.729

	만족도3	.872	.047	21.500	***			.760
	만족도2	.881	.047	21.872	***			.775
	만족도1	.848	.050	20.529	***			.719

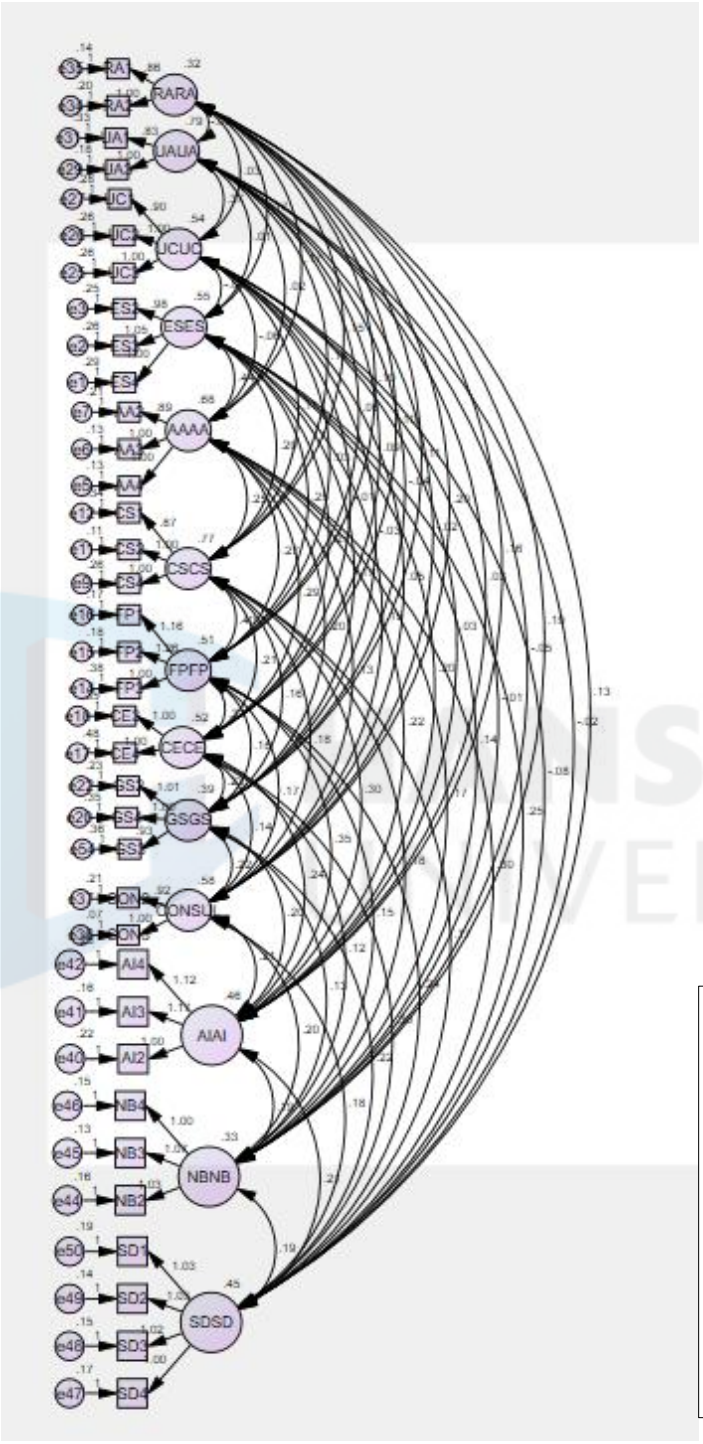
χ^2=819.515(p=.000, df=516), CMIN/df=1.588, GFI=.890, AGFI=.859, CFI=.964, NFI=.910, IFI=.965, TLI=.956, RMR=.026, RMSEA=.040,

분석결과를 [그림 4-2]과 같이 그림으로 제시하였다.

다음으로 [표 4-31]에서 판별타당도를 분석하였다. 먼저 평균분산 추출값이 개념들 간 상관계수의 제곱 값을 상회하는 경우(AVE>Φ^2) 판별타당성이 있는 것으로 간주하는(Fornell and Larcker, 1981) 방법에서는 상관계수 중 가장 큰 것은 .613(경쟁 환경과 만족도)로서 결정계수는 .375(.613×.613)이 되어 AVE값보다 작으므로 판별타당성이 확보된 것으로 나타났다.

[표 4-31] 측정모델 판별 타당성 분석

	기업가정신	흡수역량	회사규모	재무준비	경쟁환경	정부지원	불확실성	무형적속성	상대적이점	컨설팅지원	수용의도	만족도	순편익
기업가정신	**0.718**												
흡수역량	0.720	**0.836**											
회사규모	0.310	0.347	**0.758**										
재무준비	0.468	0.459	0.642	**0.750**									
경쟁환경	0.499	0.484	0.331	0.604	**0.572**								
정부지원	0.373	0.391	0.288	0.407	0.514	**0.637**							
불확실성	−0.078	−0.091	0.173	0.053	−0.019	−0.067	**0.707**						
무형적속성	0.016	0.026	0.181	0.090	0.145	−0.063	0.568	**0.739**					
상대적이점	0.414	0.358	0.305	0.252	0.252	0.310	0.075	−0.124	**0.788**				
컨설팅지원	0.262	0.207	0.266	0.315	0.257	0.452	0.090	−0.024	0.470	**0.851**			
수용의도	0.404	0.401	0.502	0.728	0.488	0.469	0.053	0.053	0.409	0.399	**0.779**		
만족도	0.494	0.539	0.295	0.495	0.613	0.528	−0.026	−0.031	0.328	0.358	0.455	**0.822**	
순편익	0.338	0.363	0.352	0.358	0.291	0.368	−0.161	−0.098	0.693	0.448	0.498	0.483	**0.829**



주)
RARA : 상대적이점
UAUA : 무형성
UCUC : 불확실성
ESES : 기업가정신
AAAA : 흡수역량
CSCS : 회사규모
FPFP : 재무준비
CECE : 경쟁환경
GSGS : 정부지원
CONSUL : 컨설팅지원
AIAI : 수용의도/수용
NBNB : 순편익
SDSD : 만족도

[그림 4-2] 측정 모형 확인적 요인분석

제 4 절 가설 검정

1) 연구모형의 적합도 검정

본 연구모형을 대한 경로분석을 통해 구성개념들 간의 인과적 관계를 검증하기에 앞서 독립변수와 종속변수를 모두 포함하여 전체적인 구조의 적합성을 검증하였다. AMOS 22.0을 이용하여 모형을 분석하였으며, 최대우도추정법(Maximum Likelihood Estimation: MLE)을 사용하였다. 연구모형에 대한 적합도 검정결과 χ^2와 GFI외의 모든 항목의 요인 부하량이 적정치 이상(λ=.50)으로 나타났으며, GFI=.883은 기준을 만족시키지 못하는 것으로 확인되었으나 모델에 본 연구에 사용하기에는 무리가 없다고 판단되어 그대로 진행하기로 하였다. 결과는 [표 4-32]와 같다.

[표 4-32] 연구모형에 대한 적합도 분석결과

	χ^2 (p)	df	CMIN /df	GFI	AGFI	CFI	NFI	IFI	TLI	RMR	RMSEA
측정치	872.6 (.000)	525	1.662	.883	.852	.959	.904	.959	.951	.030	.043
판단 기준	– (.05이상)	–	3이하	.9이상	.8이상	.9이상	.9이상	,9이상	.9이상	.05이하	.08이하
판단	부적합	–	적합	부적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합

2) 가설 검정

가) 기본가설검정

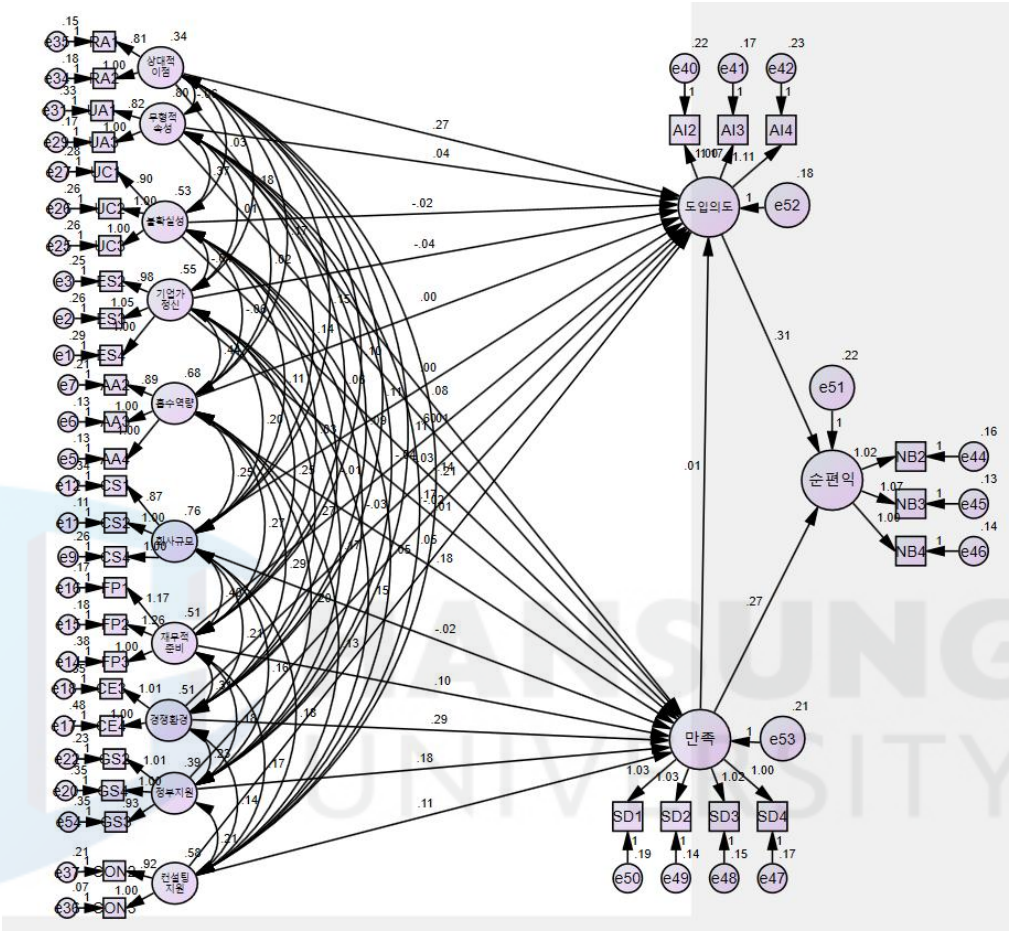
기본 가설검정 결과는 [표 4-33]와 같다

[표 4-33] 가설 검정 결과

가설(경로)			비표준화계수	표준오차	표준화계수	CR	p	채택여부
불확실성	→	수용/수용의도	-.031	.058	-.033	-.538	.590	기각
무형성	→		.044	.048	.058	.915	.360	기각
상대적이점	→		.272	.077	,232	3.510	***	채택
기업가정신	→		-.044	.068	-.048	-.650	.516	기각
흡수역량	→		.005	.058	.006	.090	.928	기각
회사규모	→		-.005	.049	-.006	-.094	.925	기각
재무준비성	→		.597	.082	.624	7.267	***	채택
경쟁환경	→		-.033	.081	-.035	-.410	.682	기각
정부지원	→		.168	.072	.153	2.334	*	채택
컨설팅지원	→		.052	.050	.059	1.041	.298	기각
불확실성	→	만족도	-.133	.058	-.145	-2.272	*	채택
무형성	→		.012	.049	.016	.251	.802	기각
상대적이점	→		.078	.076	.067	1.020	.308	기각
기업가정신	→		.000	.070	.000	-.004	.997	기각
흡수역량	→		.184	.058	.225	3.153	**	채택
회사규모	→		-.022	.050	-.028	-.434	.665	기각
재무준비성	→		.100	.077	.106	1.307	.191	기각
경쟁환경	→		.291	.082	.309	3.544	***	채택
정부지원	→		.177	.073	.164	2.420	*	채택
컨설팅지원	→		.106	.051	.120	2.060	*	채택
만족도	→	수용/수용의도	.007	.066	.007	.101	.920	기각
수용/수용의도	→	순편익	.308	.051	.364	6.061	***	채택
만족도	→	순편익	.275	.050	.321	5.473	***	채택

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001 수준에서 유의함

분석결과를 [그림 4-3]과 같이 그림으로 제시하였다.



[그림4-3] 구조방정식 모형분석 결과

가설 H1-1 “기술요인인 상대적 이점은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.”의 경로분석 결과 경로계수 .232, C.R. 3.510, p값 < .001으로 가설은 채택되었다. 즉, 상대적 이점은 스마트 공장 수용의도/수용에 정의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

가설 H1-2 “기술요인인 무형성은 스마트 공장 수용의도/수용에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.”의 경로분석 결과 경로계수 .058, C.R. .915, p값 >.05

으로 가설은 기각되었다. 즉, 무형성은 스마트 공장 수용의도/수용에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

가설 H1-3 "기술요인인 불확실성은 스마트 공장 수용의도/수용에 부(-)의 영향을 미칠 것이다."의 경로분석 결과 경로계수 -.033, C.R. -.538, p값 >.05으로 가설은 기각되었다. 즉, 불확실성은 스마트 공장 수용의도/수용에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

가설 H2-1 "기술요인인 상대적 이점은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다."의 경로분석 결과 경로계수 .067, C.R. 1.020, p값 >.05로 가설은 기각되었다. 즉, 상대적 이점은 스마트 공장 만족도에 정의 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

가설 H2-2 "기술요인인 무형성은 스마트 공장 만족도에 부(-)의 영향을 미칠 것이다."의 경로분석 결과 경로계수 .016, C.R. .251, p값 >.05으로 가설은 기각되었다. 즉, 무형성은 스마트 공장 만족도에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

가설 H2-3 "기술요인인 불확실성은 스마트 공장 만족도에 부(-)의 영향을 미칠 것이다."의 경로분석 결과 경로계수 -.145, C.R. -2.272, p값 <.05으로 가설은 채택되었다. 즉, 불확실성은 스마트 공장 수용의도/수용에 부(-)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

가설 H3-1 "조직적 요인인 기업가정신은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다."의 경로분석 결과 경로계수 -.048, C.R. -.650, p값 >.05으로 가설은 기각되었다. 즉, 기업가정신은 스마트 공장 수용의도/수용에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

가설 H3-2 "조직적 요인인 흡수역량은 스마트 공장 수용의도/수용에 정

(+)의 영향을 미칠 것이다."의 경로분석 결과 경로계수 .006, C.R. .090, p값 >.05으로 가설은 기각되었다. 즉, 흡수역량은 스마트 공장 수용의도/수용에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

가설 H3-3 "조직적 요인인 회사규모는 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다."의 경로분석 결과 경로계수 -.006, C.R. -.094, p값 >.05으로 가설은 기각되었다. 즉, 회사규모는 스마트 공장 수용의도/수용에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

가설 H3-4 "조직적 요인인 재무준비성은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다."의 경로분석 결과 경로계수 .624, C.R. 7.267, p값 <.001로 가설은 채택되었다. 즉, 재무준비성은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

가설 H4-1 "조직적 요인인 기업가정신은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다."의 경로분석 결과 경로계수 .000, C.R. -.004, p값 >.05으로 가설은 기각되었다. 즉, 기업가정신은 스마트 공장 만족도에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

가설 H4-2 "조직적 요인인 흡수역량은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다."의 경로분석 결과 경로계수 .225, C.R. 3.153, p값 <.001로 가설은 채택되었다. 즉, 흡수역량은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

가설 H4-3 "조직적 요인인 회사규모는 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다."의 경로분석 결과 경로계수 -.028, C.R. -.434, p값 >.05으로 가설은 기각되었다. 즉, 회사규모는 스마트 공장 만족도에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

가설 H4-4 “조직적 요인인 재무준비성은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.”의 경로분석 결과 경로계수 .106, C.R. 1.307, p값 >.05으로 가설은 기각되었다. 즉, 재무준비성은 스마트 공장 만족도에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

가설 H5-1 “환경 요인인 경쟁 환경은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.”의 경로분석 결과 경로계수 -.035, C.R. -.410, p값 >.05으로 가설은 기각되었다. 즉, 경쟁 환경은 스마트 공장 수용의도/수용에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

가설 H5-2 “조직적 요인인 정부지원은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.”의 경로분석 결과 경로계수 .072, C.R. 2.334, p값 <.05으로 가설은 채택되었다. 즉, 정부지원은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

가설 H5-3 “조직적 요인인 컨설턴트 지원은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.”의 경로분석 결과 경로계수 .059, C.R. 1.041, p값 >.05으로 가설은 기각되었다. 즉, 컨설턴트 지원은 스마트 공장 수용의도/수용에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

가설 H6-1 “환경 요인인 경쟁 환경은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.”의 경로분석 결과 경로계수 .309, C.R. 3.544, p값 <.001로 가설은 채택되었다. 즉, 경쟁 환경은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

가설 H6-2 “조직적 요인인 정부지원은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.”의 경로분석 결과 경로계수 .164, C.R. 2.420, p값 <.05으로 가설은 채택되었다. 즉, 정부지원은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

가설 H6-3 “조직적 요인인 컨설턴트 지원은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.”의 경로분석 결과 경로계수 .120, C.R. 2.060, p값 <.05으로 가설은 채택되었다. 즉, 컨설턴트 지원은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

가설 H7 “스마트 공장 만족도는 스마트공장의 수용/수용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.”의 경로분석 결과 경로계수 .007, C.R. .101, p값 >.05으로 가설은 기각되었다. 즉, 공장 만족도는 스마트공장의 수용/수용의도에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

가설 H8 “스마트 공장 만족도는 스마트공장의 순편익에 정(+)의 영향을 미칠 것이다”의 경로분석 결과 경로계수 .364, C.R. 6.061, p값 <.001으로 가설은 채택되었다. 즉, 공장 만족도는 스마트공장의 순편익에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

가설 H9 “스마트 공장 수용의도/수용은 스마트공장의 순편익에 정(+)의 영향을 미칠 것이다”의 경로분석 결과 경로계수 .321, C.R. 5.473, p값 <.001로 가설은 채택되었다. 즉, 스마트 공장 수용의도/수용은 스마트공장의 순편익에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

결국, 스마트 공장 수용의도/수용에 영향을 주는 변수는 상대적 이점, 재무 준비성, 정부지원으로 분석되었으며, 스마트 공장 만족도는 불확실성(부의 영향), 흡수역량, 경쟁 환경, 정부지원, 컨설팅 지원에 영향을 받는 것으로 분석되었다. 또한 스마트 공장의 수용/수용의도와 만족도는 순편익에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다.

나) 다중집단 경로분석

본 연구에서 수용단계에 따라 독립변수들이 스마트공장 수용의도/수용, 만족도, 순편익에 대한 유의한 차이가 있는지 확인하기 위하여 수용단계를 ICT 미수용과 기초, 중간1, 2 단계를 구분하여 수용 단계에 따라 스마트 공장 관계자들이 어떻게 지각하는 지 측정을 실시하였다. 기본 구조방정식 모형에 기초하여 서로 다른 두 집단의 경로계수의 크기를 가지고 서로 통계적으로 유의한 차이가 있는지를 보고자 한다. 동일한 모 집단에서 추출한 두 표본(ICT 미수용 및 기초, 중간1,2 단계)에서 동일한 분석결과를 얻을 수 있는가를 판단하기 위해서 다중집단 확인요인분석을 통 해서 교차타당성을 검증한다. 교차타당성을 검증하기 위해서는 측정동일성(measurement equivalence)에 대한 분석이 필요하다. Myers et al(2000), Mullen(1995)는 측정동일성을 확인하기 위해 형태의 동일성으로 비제약 모델(unconstrained model)형태로 집단 간 어떠한 제약도 하지 않은 모델과 요인부하량 동일성으로 요인부하량 제약모델(λ constrained model)형태로 집단 간 요인부하량을 동일하게 제약하는 모델의 차이를 보았다. 따라서 [표 4-34]과 같이 model1과 model2의 집단 간 측정동일성에 대한 모델적합도 비교를 하였다.

[표 4-34] 집단 간 교차타당성 분석결과

model	χ^2	df	GFI	CFI	RMSEA	TLI	$\Delta\chi^2$	Sig.
[model1] 비제약	1641.491	1052	.810	.929	.039	.915		
[model2] λ제약	1661.598	1075	.807	.930	.039	.918	$\Delta\chi^2(23)=20.107$ (model2-model1)	유의하지 않음

[표 4-34]에서 $\Delta\chi^2$는 비제약 모델과 제약모델의 χ^2차이를 보여주며, Sig.는 통계적으로 유의한 차이의 유무를 보여준다. model1과 model2의 차이는 df=23일 때, $\Delta\chi^2$=20.107(model2-model1=1661.598-1641.491)이 된다. 이는 두 모델 간 χ^2차이를 나타내는데, 이 수치만으로는 두 집단 간 유의한 차이 유무를 알 수 없기 때문에 χ^2분포표를 보고 판단하였다. χ^2분포표에

서는 p<.05에서 df=23일 때 35.17로 $\Delta\chi^2$=20.107<35.17이므로 통계적으로 유의하지 않다는 것을 나타낸다. 이는 설문지와 같은 측정도구에 의한 요인 부하량 동일성에 문제가 없음을 나타낸다. 즉 측정동일성이 확보된 것을 확인할 수 있다. 집단 간의 측정동일성이 확보되었으므로 구조모형분석을 실행하였으며, 먼저 ICT 미적용 집단의 구조모형을 분석결과는 [표 4-35]과 같다.

[표 4-35] ICT 미적용 단계 집단의 구조모형 분석결과

가설(경로)			비표준화계수	표준오차	표준화계수	CR	p	채택여부
불확실성	→	수용/수용의도	-.022	.140	-.019	-.156	.876	기각
무형성	→		.052	.084	.075	.614	.539	기각
상대적이점	→		.107	.126	.100	.852	.394	기각
기업가정신	→		.005	.119	.006	.040	.968	기각
흡수역량	→		.084	.117	.097	.717	.473	기각
회사규모	→		-.004	.078	-.005	-.051	.959	기각
재무준비성	→		.541	.127	.605	4.272	***	채택
경쟁환경	→		-.032	.138	-.034	-.233	.815	기각
정부지원	→		.047	.139	.043	.335	.738	기각
컨설팅지원	→		.196	.097	.239	2.020	*	채택
불확실성	→	만족도	-.014	.153	-.012	-.092	.927	기각
무형성	→		-.132	.092	-.181	-1.443	.149	기각
상대적이점	→		-.127	.136	-.112	-.935	.350	기각
기업가정신	→		-.117	.129	-.134	-.907	.364	기각
흡수역량	→		.364	.121	.400	3.002	**	채택
회사규모	→		.027	.084	.035	.317	.751	기각
재무준비성	→		.065	.124	.069	.521	.603	기각
경쟁환경	→		.154	.150	.153	1.029	.304	기각
정부지원	→		.222	.151	.193	1.467	.142	기각
컨설팅지원	→		.160	.103	.185	1.559	.119	기각
만족도	→	수용/수용의도	-.052	.100	-.055	-.519	.604	기각
수용/수용의도	→	순편익	.289	.091	.336	3.160	**	채택
만족도	→	순편익	.155	.080	.190	1.928	.054	기각

χ^2=1641.491(p=.000, df=1052), CMIN/df=1.560, GFI=.810, CFI=.929, IFI=.931, TLI=.915, RMR=.040, RMSEA=.039,

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001 수준에서 유의함

그리고 기초, 중간 1,2 단계 집단의 구조모형 분석결과는 [표 4-36]과 같다.

[표 4-36] 기초, 중간 1,2 단계 집단 구조모형 분석결과

가설(경로)			비표준화계수	표준오차	표준화계수	CR	p	채택여부
불확실성	→	수용/수용의도	-.062	.070	-.072	-.886	.376	기각
무형성	→		.045	.063	.059	.720	.472	기각
상대적이점	→		.375	.111	.315	3.376	***	채택
기업가정신	→		-.073	.086	-.072	-.844	.399	기각
흡수역량	→		-.041	.069	-.052	-.594	.553	기각
회사규모	→		-.006	.066	-.007	-.087	.930	기각
재무준비성	→		.605	.109	.596	5.535	***	채택
경쟁환경	→		-.055	.111	-.055	-.496	.620	기각
정부지원	→		.224	.085	.214	2.629	**	채택
컨설팅지원	→		.002	.063	.003	.040	.968	기각
불확실성	→	만족도	-.178	.065	-.214	-2.748	**	채택
무형성	→		.078	.060	.105	1.304	.192	기각
상대적이점	→		.192	.1099	.165	1.933	.053	기각
기업가정신	→		.043	.083	.048	.515	.607	기각
흡수역량	→		.099	.067	.129	1.480	.139	기각
회사규모	→		-.059	.063	-.072	-.933	.351	기각
재무준비성	→		.113	.096	.114	1.173	.241	기각
경쟁환경	→		.339	.105	.348	3.226	**	채택
정부지원	→		.169	.081	.165	2.082	*	채택
컨설팅지원	→		.084	.060	.097	1.402	.161	기각
만족도	→	수용/수용의도	.035	.097	.034	.363	.716	기각
수용/수용의도	→	순편익	.306	.063	.355	4.883	***	채택
만족도	→	순편익	.326	.064	.370	5.119	***	채택

χ^2=1661.598(p=.000, df=1075), CMIN/df=1.546, GFI=.807, CFI=.930, IFI=.931, TLI=.918, RMR=.041, RMSEA=.039

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001 수준에서 유의함

ICT미적용 집단과 기초, 중간1,2 집단의 기본 가설 결과를 요약하면 [표 4-37]과 같다. ICT미적용 집단은 재무준비성과 컨설팅 지원이 수용의도/수용에 영향을 미치며 흡수역량이 만족도에 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 기초, 중간1,2 집단은 상대적 이점, 재무 준비성, 정부지원이 스마트공장 수용의

도/수용에 영향을 미치며 불확실성, 경쟁 환경, 정부지원이 만족도에 영향을 주는 것으로 나타났다. 또한, 만족도가 순편익에 미치는 영향은 ICT미적용 집단은 유의하지 않으나 기초, 중간1,2 집단은 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타나 양 집단 간 사업 환경이 달라 스마트 공장 수용과 관련 명백한 차이를 나타내고 있은 것으로 나타났다. 반면 수용의도/수용이 순편익에 미치는 영향은 양측 모두 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

[표 4-37] 집단별 기본가설 검정 결과 비교

가설(경로)			ICT미수용 집단		기초, 중간1,2 집단	
			표준화계수	채택여부	표준화계수	채택여부
불확실성	→	수용/수용의도	-.019	기각	-.072	기각
무형성	→		.075	기각	.059	기각
상대적이점	→		.100	기각	.315***	채택
기업가정신	→		.006	기각	-.072	기각
흡수역량	→		.097	기각	-.052	기각
회사규모	→		-.005	기각	-.007	기각
재무준비성	→		.605***	채택	.596***	채택
경쟁환경	→		-.034	기각	-.055	기각
정부지원	→		.043	기각	.214**	채택
컨설팅지원	→		.239*	채택	.003	기각
불확실성	→	만족도	-.012	기각	-.214**	채택
무형성	→		-.181	기각	.105	기각
상대적이점	→		-.112	기각	.165	기각
기업가정신	→		-.134	기각	.048	기각
흡수역량	→		.400**	채택	.129	기각
회사규모	→		.035	기각	-.072	기각
재무준비성	→		.069	기각	.114	기각
경쟁환경	→		.153	기각	.348**	채택
정부지원	→		.193	기각	.165*	채택
컨설팅지원	→		.185	기각	.097	기각
만족도	→	수용/수용의도	-.055	기각	.034	기각
수용/수용의도	→	순편익	.336**	채택	.355***	채택
만족도	→	순편익	.190	기각	.370***	채택

χ^2=1641.491(p=.000, df=1052), CMIN/df=1.560, GFI=.810, CFI=.929, IFI=.931, TLI=.915, RMR=.040, RMSEA=.039,

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001 수준에서 유의함

3) 가설검정 결과요약

전체적인 가설검정 결과를 요약하면 [표4-38]과 같다.

[표4-38] 가설검증 결과의 요약

가설		채택여부
H1-1	기술요인인 상대적 이점은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H1-2	기술요인인 무형성은 스마트 공장 수용의도/수용에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.	불채택
H1-3	기술요인인 불확실성은 스마트 공장 수용의도/수용에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.	불채택
H2-1	기술요인인 상대적 이점은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	불채택
H2-2	기술요인인 무형성은 스마트 공장 만족도에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.	불채택
H2-3	기술요인인 불확실성은 스마트 공장 만족도에 부(-)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H3-1	조직적 요인인 기업가정신은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	불채택
H3-2	조직적 요인인 흡수역량은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	불채택
H3-3	조직적 요인인 회사규모는 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	불채택
H3-4	조직적 요인인 재무준비성은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H4-1	조직적 요인인 기업가정신은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	불채택

H4-2	조직적 요인인 흡수역량은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H4-3	조직적 요인인 회사규모는 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	불채택
H4-4	조직적 요인인 재무준비성은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다."	불채택
H5-1	환경 요인인 경쟁 환경은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다	불채택
H5-2	환경 요인인 정부지원은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다	채택
H5-3	환경 요인인 컨설턴트 지원은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	불채택
H6-1	환경 요인인 경쟁 환경은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다	채택
H6-2	환경 요인인 정부지원은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H6-3	환경 요인인 컨설턴트 지원은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다	채택
H7	스마트 공장 만족도는 스마트공장의 수용/수용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다	불채택
H8	스마트 공장 만족도는 스마트공장의 순편익에 정(+)의 영향을 미칠 것이다	채택
H9	스마트 공장 수용의도/수용은 스마트공장의 순편익에 정(+)의 영향을 미칠 것이다"	채택

4) 사례분석

가) 사례분석의 의의

사례분석은 연구하고자 하는 분야의 현상을 규명하고 분석하여 그 현상에서 잠정적인 명제를 도출하는 현상학적 접근법을 포괄적으로 표현하는 개념으로 특히 잘 알려지지 않은 분야에 대해 많이 활용된다. 사례분석은 일반 현상에 대해 통찰력을 알아낼 수 있어서 통계적 실증 분석, 즉 연역적 이론 검증의 한계를 보완할 할 수가 있다.

김인수(2000)는 통계적 실증분석은 연역적인 가설을 단순 검증만을 하므로 적합한 이론을 개발하려면 사례분석이나 질적 연구 등의 현상학적 연구가 활성화 되어야 한다고 하였다. 본 연구는 실증 분석결과와 관련된 사례분석을 실시하여 스마트 공장의 수용요인과 성과 분석에 대하여 추가적으로 살펴보는 것으로 본 연구의 실증적 분석의 정성적 검증을 실시하여 연구 결과를 재확인하여 보고자 한다.

본 연구에서는 경기, 충청 지방의 중소기업 중에 실제로 스마트 공장의 수용검토 중에 있거나 수용 중에 있는 7개의 기업을 선정하여 방문인터뷰를 통해 각 기업의 현황에 적합한 질문을 통하여 실증연구의 연구변수와 관련한 정성적 검증을 실시하였다.

(1) 내화 요업제품 제조 A사

안산소재의 종업원 120명, 매출 규모 130억 수준의 A사의 경우 과거에 스마트 공장 솔루션 수용 경험이 있으나 실패한 사례로 CEO를 포함, 경영자들은 제조관련 ICT투자에 대해서 부정적 이미지를 가지고 있었다. 또한 내부조직의 여력이나 기술을 가진 인력미비로 인해 조직에서는 새로운 시도를 하는데 주저하고 있었다. 그러나 공장 설비를 신공장으로 이전하게 되어 이전하면서 조직 내 혁신 분위기 쇄신해야 한다고 생각한 경영층이 변화의 모습을 보이기 위해서는 공장이 시스템에 의해 운영되도록 변화를 시키는 운영시스

템이 필요하다고 판단하였다. 여기에 시장 경쟁이 심해지는 외부환경변화에의 대응방안과 합해져 CEO의 강력한 혁신의지와 함께 다시 스마트 공장 수용을 검토하게 되었다.

현장에서는 부분적인 자동화가 추진되고 있으나, 스마트 공장으로 가기 위해서는 전체 생산의 흐름을 정리하여 자재 및 제품의 흐름을 개선하고, 각 공정별로도 간이 자동화 및 디지털화를 통해 Data가 생성되도록 해야 하는 것으로 파악되었다. 따라서 이를 연결하여 전체 생산의 가시화(Dashboard화)가 진행되어야 한다는 방향을 정립하고 전체 추진 Roadmap을 수립하였다. 추진방법으로는 먼저 하나의 공정을 대상으로 개선작업을 하여 성공체험을 확인한 후에 확산하는 것으로 결품 관리, 재고관리공정에 중심을 두고 자동화와 병행하면서 추진하기로 하였다.

이 사례는 기존의 스마트 공장관련 사전에 충분한 검토 부족에 따라 성과도출에 실패하였으며 이에 따라 다시 투자 검토 자체를 꺼려하는 경향을 보이고 있는 경우를 보여주는데 이렇게 불확실성이 대두되어 상대적 이점에 대해 체감이 어려운 경우 만족도가 저하되어 스마트 공장 수용의도가 낮아지므로 이와 같은 사례에서는 수용 시 수용목적과 목적에 따른 상대적 이점을 분명히 하는 것이 중요하다. 또한 이미 성공적 경험 체득에 실패한 기업이나 기업의 준비가 불충분한 경우에는 일단 작은 규모로 목표와 이점을 명확히 하고 작게 시작해서 스마트 공장에 대한 성공 체험을 하도록 하는 것이 중요하다. 성공체험을 한 후에는 자발적으로 확대하고자 하는 의지가 생겨 스스로 스마트 공장을 확대하려 할 것이다.

(2) 타일, 기와, 벽돌 제조 B사

종업원 60명, 매출 200억 규모의 B사의 경우에는 이미 정부의 지원을 받아 POP(Point of Production)을 설치하여 운영 중에 있으나 실제로 사용하면서 효용성이 아주 떨어진다고 스스로 판단하고 있어 이의 보완 확대를 위해 또

다시 정부의 지원을 받아 MES(Manufacturing Executive System)을 설치하고 있는 업체이다.

이 업체는 한국의 대표적인 C전문기관의 컨설팅을 받아 진행코자 하였는데 C전문기관의 제안비용이 예상보다 훨씬 컸으며, 기존의 POP설치 업체와도 협의하였으나 기존 업체 수준이 이에 부합하지 못해 제 3의 MES 업체와 직접적으로 진행하고 있는데 최종 모습으로 24시간 가동되는 공장 구현, 기술수출의 업체로 도약(동남아향), 초고급형 모델로 후발업체와의 완벽한 차별화, 전체 운영시스템화로 간접인원의 업무효율 극대화로 정했다. 이를 실천하는 시스템 수용의 목표로 1) Cycle time: 30% 향상 도전, 2) MES성공적 구축으로 실시간 생산현황 Dashboard화 및 data분석(CEO/중간관리자/현장의 눈높이와 맞는 시스템 구축), 3) L/T개선 및 재고관리, 4) 금형관리 및 금형이동Loss 개선, 5) 조직원의 Royalty 향상을 위한 도덕성 형성으로 두고 추진하였으나 사전에 충분한 작업 없이 계약되어 진행되는 관계로 진행하면서 많은 어려움을 느끼고 있는 상태로 특히 Data 수집과 연결 부문에 큰 어려움을 느끼고 있었다.

이에 진단을 실시하여 회사 수준을 평가하였는데 전반적인 진단 결과로는 높은 점수를 받지 못했으며, 시스템적 활용현황에 대해서는 심각한 수준으로 분석되었는데 특히, 고질적으로 발생되는 재고 문제에 대해서는 가장 먼저 조직적으로 해결안을 찾아야 할 것이며, 조직 내 Open mind로 조직간 상호 정보교환의 체질개선 필요한 것으로 판명되었다, 또한 가장 중요한 포인트인 각 부문의 수용목적인 KPI(Key Performance Index, 성과지표) 관리가 요구되었다.

국내 최고수준의 스마트 공장 성공사례 업체로 부각되고 싶어 하는 CEO 도전 의지를 관철하려면 우선적으로 가장 기본적인 틀인 타사의 성공 사례를 참조로 하여 회사 관리 목적인 KPI를 명확히 하고 이에 구현하기 위한 MES 솔루션 구축이 필요하며 진행과정에 지속적인 현장의 VOC반영이 절대적으로 동반되어야 한다. 또한 이것들이 명확해 지면 자연스럽게 현장으로부터 어떤 Data를 모을지, 어떻게 연결할 것인지 방향이 도출될 것이다. 또한 궁극적으

로 Data가 수동인 아닌 자동으로 수집되는 자동화를 전개하여 작업자의 실수로 인한 착오를 방지하면서 실시간으로 공정 및 생산 현장을 이해할 수 있는 시스템으로 구축해야 한다.

이 사례에서는 정부의 자금 지원이 스마트 공장을 수용하는데 실질적인 동인이 되어 투자를 진행하게 하였으나 스마트 공장에 대한 만족도 제고를 위해서는 회사의 흡수역량을 강화하고 스마트 공장에 대한 사전 이해를 높이는 것이 필요하다는 시사점을 보여주고 있다.

(3) 주방제품 제조 C사

매출 700억, 종업원 200명 규모의 안산 소재 제조회사로 이 회사는 자동화 구축 및 ICT 인원을 자체적으로 보유하고 회사 내에서 주도하고 있어 특히 공장 자동화 수준은 높은 단계에 있으나, ERP(Enterprise Resource Management, 전사자원관리)는 회계 중심의 단순 시스템으로 구축되었으며, MES(Manufacturing Executive System, 제조실행시스템)는 아직 구축되어 있지 않는 등 운영과 관련된 시스템은 아직 준비가 되어 있지 못한 상태였다. 그러나 CEO 등 경영층 및 실무 추진팀 모두 스마트 공장 수용에 긍정적인 입장으로 스마트 공장 관련 신규 시스템 수용 추진의지가 아주 높았다.

이 회사에서는 APS(Advanced planning & Scheduling) 시스템 구축과 함께 자동화 설비들에 대한 작업환경 개선을 희망하고 있었고 이와 동시에 제품 및 재고 창고를 재정비하여 효율적인 재고관리를 준비하고자하였다. 또한 높은 기술을 보유한 고령 종업원의 퇴직에 따른 생산성 저하 우려가 있어 이에 대한 대비책도 필요로 하고 있었다.

이 회사는 CEO의 열정과 강력한 추진 의지에 따라 스마트 공장에 대한 로드맵을 작성하고 이를 추진하기 위한 혁신활동 등의 인재를 영업하여 조직을 강화하고 공개적으로 추진의사를 천명하였다.

이 회사에서는 스마트 공장의 이점, 업무 적합성에 대한 높은 이해를 하고 있었으며, 여기에 CEO의 기업가 정신도 높아 자금도 정부 지원 뿐 아닌 독자적으로 확보하여 추진할 계획도 가지고 있었다.

이 업체의 사례를 보면 시장에서 주도적 위치에 있는 이 업체는 지속적으로 자기 혁신을 통하여 시장에서의 확고한 위치를 강화하고자 스마트 공장에 대한 이해와 이를 실현하고자 하는 흡수역량 그리고 이를 실현할 수 있는 자금 동원력 등 전반적인 환경이 스마트 공장의 적극적인 수용에 강력한 힘을 제공하는 것을 볼 수 있다.

(4) 자동차 부품 제조 D사

매출 4,000억, 종업원 800명 규모의 안산 소재의 중견기업으로 자동차 브레이크 관련 제품을 제조하는 D사는 완성차 업계의 강력한 유인책으로 인해 스마트 공장을 수용한 다른 자동차 부품업체나 협력업체들과 같이 완성차 회사가 요구하는 스마트 공장 솔루션을 이미 수용하고 운영하고 있었다.
일반 중소기업에서는 수용하기 어려운 PLM(Product Lifecycle Management), MES(Manufacturing Executive System), QMS(Quality Management System) 등 주요 운영시스템을 수용하고 운영하고 있었으며, 이 시스템의 중요성을 인식하고 수용과 운영을 책임지는 전담 부서를 확보하고 있을 뿐만 아니라 외부 ICT 솔루션 전문 업체와 전략적 제휴관계로 10년 이상 협력을 하고 있었다,

그러나 진단 결과 D회사는 현장의 설비로부터 데이터 취득이 제대로 되지 못한 채 ICT 솔루션 중심으로 운영되고 있었으며, 이미 설치된 다양한 운영시스템간의 연계(Connectivity)가 부족하여 전체적인 관점에서 조명을 해야 하는 문제점이 있었다. 또한 D회사에서 추진하고자하는 Big data 플랫폼이나 CPS기반 시뮬레이션, FEMS(Factory Energy Management System)등에 대한 체계적이고 효율적인 수용방안을 세워야 하는 과제도 있었다.

이에 대한 해결책으로 우선 전체적인 회사의 스마트 공장 수준 진단을 기초로 하여 중장기 로드맵을 수립하고, 이런 시스템들의 가장 근본이 되는 현장 설비로부터의 데이터 확보 방안 즉 Digitalization방안을 구체적으로 수립할 필요가 있었다.

D사의 사례를 보면 경쟁 환경, 즉 고객사의 정책에 따른 강력한 요구에 따라 스마트 공장을 시작하였지만, 운영 중에 이에 대한 상대적 이점에 대한 이해, 기술을 흡수하고 발전시키는 흡수역량의 중요성을 스스로 느끼고 지속적으로 고도화하려는 의지를 가지고 있는 것을 볼 수 있다.

(5) 가정용 조리 및 난방제조 E사

매출 3,500억원 종업원 1,000명 수준의 인천 소재 중견기업인 E사는 회사 전체적인 스마트 공장 수용 의도가 있는 것이 아니고 프레스, 용접기, 챔버 등에 전력소비가 아주 큰 설비들을 담당하는 실무 부서들이 대량으로 사용되는 에너지에 대한 에너지 절감 방안과 이 프레스에서 활용되는 다양한 금형들의 관리에 대해 어려움을 느끼고 이를 부분적인 스마트 공장 솔루션으로 해결 가능한지 검토하고 있었다.

먼저 스마트 공장에 대한 상대적 이점을 설득하기 위하여 우선 이런 에너지 절감 시스템과 금형관리 시스템이 잘 구축이 되어 활용되고 있는 회사들의 현장을 방문하여 확인한 후, 금형관리 솔루션 수용과 함께 시범사업으로 전력소비가 큰 챔버를 대상으로 에너지 사용량을 모니터링 하도록 제안하였다. 이를 바탕으로 에너지 절감 방안을 구축하는 에너지 절감 솔루션을 설치하고 실제로 에너지 절감 량을 확인한 후에 에너지를 대량으로 사용하는 설비들로 확산하는 것이 회사 전반적으로 실행의지를 높이는 좋은 방안이라고 판단되었으며, 에너지 솔루션이 설치가 된 후에 SCM(Supply Chain Management) 솔루션 등으로 확대해 가는 것으로 하는 스마트 공장

Roadmap을 수립하는 것이 실천이 가능한 방안으로 도출되었다.

E사의 사례를 보면 실무부서에서 실제로 어려움을 느끼고 개선이 필요한 공정들에 대한 솔루션으로 스마트 공장을 검토 한 경우로 상대적 이점에 대한 이해도 중요하지만, 결국에는 경영층의 투자에 대한 승인이 필요한 경우이므로 투자 효과에 대한 불확실성, 제품의 무형성 등으로 인한 투자자금의 집행에 대한 설득이 어려울 수도 있으므로 먼저 작은 실행을 통해 실증적인 검증을 해나가면서 성과를 공장 내에 확산시켜 공장인력 전부가 스스로 참여하여 스마트 공장을 완성해 나아가도록 하는 것이 필요한 것으로 파악되었다.

(6) 가스제조업 F사

F사는 매출 50억, 종업원 40명인 대전 소재의 중소규모의 특수가스 제조업체로 이 분야에서 독점적인 시장 점유를 하고 있으며, 차별화된 기술력으로 다른 기업이 새로 참여하기는 어려운 사업 분야에 종사하고 있다. 전형적인 다품종 소량생산 형태로 생산설비도 대부분 수동으로 운영하고 있으며, 제품 품질이 중요하므로 혼합가스를 제조한 후 100% 검증을 하고 출하하고 있다.

이 회사는 ERP를 수용하여 사용하고 있는데 이 ERP는 일반적인 ERP가 아니고 회사의 특성에 맞도록 MES의 일부 기능을 탑재한 소프트웨어로 중요한 시험 데이터를 ERP를 통해 확인할 수 있으며, 생산 현황도 수작업 데이터 기반으로 확인 할 수가 있었다. 이 회사를 진단해 본 결과 일차적으로 수작업에 의해 생산을 하고 있고 시험공정에 장시간이 소요되는 등 작업 특성상 야간에도 시험이 계속 진행되어야 하는 상황이므로 시험공정을 포함하여 생산공정을 자동화하고자 하는 의지가 있었다. 그러나 다품종 소량 생산을 고객 주문에 따라 그때그때 생산하고 있어 자동화 공정을 수용하려면 먼저 원재료, 가스용기의 표준화 즉 BOM 표준화가 먼저 선행되어야 하는 과제가 주어졌다. 이는 또한 스마트 공장으로 들어가는 가장 기본적인 작업으로 스마트 공장을 전개하는 로드맵 하에 공정자동화를 진행하도록 하고 기존의 ERP에

MES 기능을 더욱 확대하고 모든 생산현황을 가시화하여 실시간으로 생산 현황과 생산 이슈를 확인할 수 있도록 제안을 하였다.

이 사례에서도 작업상에 애로를 느끼는 야간작업과 관련한 니즈는 스스로 해결책을 찾고자 하고 있으나 공장 전체의 스마트화 관련해서는 현재의 수준에서만 바라보는 정도로 니즈는 있지만 구체적 방법이나 전개 방법에 대해서는 이해가 부족하였다. 이와 같이 건실하며 발전 가능성이 높은 회사도 스마트 공장 전개에 대해서는 이해가 부족하므로 컨설팅 서비스나 관련 교육 등을 통해서 스스로 문제점을 해결하는 공장 스마트화를 제안할 수 있도록 해야 한다는 점을 알 수가 있었다.

(7) 기계부품 가공, 제조업 G사

매출 20억에 12명의 종업원이 있는 대구 소재의 G사는 최근 대기업 H사와 협약을 맺고 기계가동 및 조립제품을 대기업 브랜드로 공급하는 계약을 맺고 공작기계 등 가공 설비를 수용하여 설치하고 가동을 시작하였다. 제품의 개발경쟁력은 있으나 아직 생산 경험이 많지 않아 생산에 대해서 특히 제품 품질관리에 대해서는 스스로도 수준향상 니즈가 높은 상태이다.

최근에 공작기계를 한 번에 여러 대를 도입하다 보니 전체적으로 설비를 일렬로 설치를 하였으나 원재료 보관, 재공 재고 보관, 출하 대기제품 보관 등 전체적인 흐름생산이 잘되지 않을 뿐만 아니리 재고들의 위치나 보관 상태 등을 알기가 어려워 생산 중 재료를 찾지 못하는 경우나, 기존 재고가 있는데 추가로 부품을 발주하거나, 적시에 발주를 못해 원재료 부족으로 가동이 중지되는 등 기본적인 생산관리도 어려운 상태였다.

이 업체는 생산성 향상의 가장 기본인 3정(정품, 정량, 정위치) 5S(정리, 정돈, 청소, 청결, 습관화)부터 시작하여 공정 합리화를 먼저 실시한 후 이를 토대로 스마트 공장 솔루션 수용여부를 검토해야 하는 등 스마트 공장 수용을

전제로 하는 컨설팅이 아닌 생산성 향상을 제일 목적으로 컨설팅을 추진하고 이 과정에 필요한 부분이 나타나면 스마트 공장 솔루션으로 적용해야 한다는 판단을 내렸다.

이 사례로 보면 많은 중소기업은 스마트 공장 자체를 수용하는 것보다 먼저 공장의 기본을 세운 후 이를 바탕으로 스마트화를 추진할 수 있도록 유도해야 한다. 그러나 이들 업체들은 인력의 여유나 자금이 부족하므로 정부 지원의 컨설팅과 자금지원을 필요로 하는데 진행도 현재 제도로 각기 진행되는 컨설팅과 수용 지원을 하나로 연결하여 일관되게 진행하는 것이 더 효율적임을 알 수 있다

(8) 사례를 통해 본 시사점

스마트 공장은 무형적 특성을 가지고 있어서 수용을 검토 할 때 성과에 대한 불확실성에 존재하고 있는데 중소기업들은 정부 지원 자금을 가지고 사전 지식 없이 우선 바로 수용하여 실패한 경험을 가지고 있거나 스마트 공장에 대해 무엇을 해야 하는지 잘 모르고 있는 등 중소기업들은 스마트 공장에 대한 이해도 및 자체 흡수 역량이 부족한 상태인 경우가 많은 것으로 조사되었다. 이들 업체에는 먼저 외부 전문 컨설팅 지원을 통해 기업에 적절한 스마트 공장을 수용하여 목적을 달성하도록 하여 스마트 공장의 상대적 이점에 대한 인식을 심어 줄 필요가 있다. 이 과정에 정부 지원 자금을 제대로 활용하도록 하여 자금부담도 줄여주는 것도 수용을 확대시키는 중요 요소로 대두되었다.

즉 스마트 공장 도입을 무리하게 추진하지 말고 먼저 작은 솔루션으로 가시화를 통한 성과, 즉 상대적 이점을 스스로 체감하도록 하여 기업 스스로 확대 의욕을 느낄 수 있도록 유도하는 환경을 만들 필요가 있다.

제 5 장 결론

제 1 절 연구 결과 및 시사점

1) 연구결과

스마트 공장은 4차 산업 혁명의 핵심으로서 제조업의 경쟁력 유지·강화를 통한 지속경영 능력을 확보하기 위해서는 소·중·대기업 모두에게 필수적인 과제로 이미 다가왔으며, 점점 이 흐름은 거세질 것이 당연한 사실로 인지되고 있다. 그러나 스마트 공장이 추구하는 최종 모습이 아직 현실과는 차이가 있으며 아직 확보되지 못한 기술도 있는 진행 중인 과제로 이상적인 스마트 공장을 구축하기 위해서는 장기간의 꾸준한 투자와 노력이 요구되고 있으며, 이를 도달하는 방식도 기업마다 처한 환경이나 자신의 역량에 따라 모두 다른 것이 사실이다. 특히 사업 규모가 작은 중·소기업의 경우 스마트 공장 수용의 최초 시작점부터 무조건 해야만 한다든가 또는 다른 업체들이 스마트 공장을 수용하여 효과를 봤다는 외부의 소리나 정부의 자금 지원정책 분위기에 휩쓸려 사전에 깊은 검토와 수용의 분명한 목적성 없이 일단 ICT기술 중심의 스마트 공장을 수용하기만 하면 효과가 있을 거라는 잘못된 인식 속에서 무작정 스마트 공장의 일부 솔루션을 수용하면서 실패하는 사례가 발생하고 있다.

본 연구는 기업현장에서의 실질적이고 효과적인 스마트 공장의 수용 확산을 위한 방안을 연구하기 위하여 제조 기업들이 스마트 공장 수용을 할 때 제조 기업들은 어떠한 요소를 중요시 하고 설치 후 어떻게 만족을 하는지 살펴보고자 실제 제조 기업 스마트 공장 관련자들을 대상으로 실증적인 분석을 수행하였다.

스마트 공장의 수용과 관련해서는 최근 연구들이 발표되고는 있으나 아직 연구 초기로서 많은 연구가 이루어지지는 못해 연구 방법이나 모델이 다양하지는 못한 상황이다. 이에 따라 본 연구에서는 스마트 공장이 현장의 운영기술과 ICT기술의 융합이라는 기술적 특성을 감안하여 ICT기술 수용에서 많이

활용되고 있는 연구모델 중에서 스마트 공장에 가장 적합하다고 판단이 되는 연구모델들과 스마트 공장을 잘 설명할 수 있는 요소들을 통합하여 연구모델을 구성하였다. 즉, ICT분야의 기술 수요모델 중에서 조직의 특성을 가장 잘 반영하고 있는 기술-조직-환경(Technology-organization-environment, TOE) 프레임워크와 혁신 확산 이론(Innovation Diffusion Theory), 그리고 Delone & Mclean의 Information system 성공모델을 중심으로 연구모델 구조를 구성하고 여기에 스마트 공장의 특성 중 기술 요소로 무형성, 불확실성과 업무-기술 적합 모델을 추가하였으며, 조직 요소로 기업가 정신과 흡수역량을 추가하여 연구 모델을 설정하고 실제 제조현장의 스마트 공장 관련자들을 대상으로 실증 조사를 수행하고 그 결과를 가지고 분석하고 검증하였다.

본 연구의 결과를 토대로 결론을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 상대적 이점은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 스마트 공장을 수용하는데 스마트 공장을 수용함으로서 업무 효율성이 증대되고, 정보를 적시에 확보할 수 있으며, 제품 품질이 향상되거나 새로운 사업기회를 제공하는 등의 새로운 부가가치를 제공하는지 여부는 새로운 기술이나 설비를 수용하는데 가장 기본적인 검토 요소가 된다.

둘째, 재무 준비성은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 비표준화 계수가 가장 큰 요인으로 기업에서는 아무리 효과가 큰 투자라 할지라도 직접적으로 자금이 바로 회수가 되지 않는 한 투자자원을 따져보고 투자 여력이 있을 때 또는 자금을 융통할 수 있을 때 투자를 하는 것으로 재무적 준비성은 기업사활에도 중요한 영향을 미칠 수 있으므로 스마트 공장 수용/수용의도 관련 변수 중에 가장 큰 표준화 계수를 가지고 있는 것으로 나타났다.

셋째, 정부의 지원은 스마트 공장 수용의도/수용에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 정부의 스마트 공장 수용지원은 중·소기업을 대상으로 지원하고 있어 중·소기업들이 투자를 할 때 정부의 각종 지원을 기대하고 있으며, 스마트 공장을 수용할 때도 실제로 정부의 지원 자금을 받고 투자를 하고 있어 투자 집행 검토 시에 실질적인 검토 요인이 되고 있다. 일반적으로 제조업

에서는 설비나 솔루션 등 새로운 것을 투자하거나 증설을 할 때는 반드시 투자대비 수익률을 따지고 있다. 즉 투자를 하면 이 투자를 통하여 얼마의 수익을 낼 수 있는지 여부와 투자 회수에 몇 년이 걸리는지를 검토를 하고 수익에 확신이 설 때에만 투자를 하는 것이다. 스마트 공장 수용 시에 정부나 대기업 등으로부터 자금 지원을 받으면 투자회수 기간이 단축될 수 있을 것이다. 정부의 자료에 의하면 중소기업들은 정부 또는 대기업의 자금지원을 받아 2014년부터 2017년까지 5,003개의 공장에 지원을 하였으며, 지속적으로 자금지원을 할 계획으로 있다.

넷째, 스마트 공장의 수용 후 성과의 불확실성은 스마트 공장 만족도에 부(−)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 일반적으로 규모가 작은 스마트 공장 솔루션을 수용해도 최소 3~6개월 이후에 성과를 내는 것으로 알려져 있다. 성과의 정도도 실제로 운영을 해봐야 정확히 산출이 가능한 경우도 많이 있으므로 수용 후에 바로 효과를 기대하는 공장운영관리자들의 만족도는 떨어질 수밖에 없는 것이다.

다섯째, 기업의 흡수역량은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 외부의 정보나 기술을 습득하고 체화하고 이를 활용하는 능력인 흡수 역량은 스마트 공장 분야에서도 이 신기술을 수용하여 스스로 습득하고 활용하는 능력이 있는 기업들은 스마트 공장을 제대로 활용을 하여 상대적으로 높은 성과를 달성하고 있기 때문에 만족도가 높을 수밖에 없으며, 이런 특성에 의해서 대기업들이 중소기업보다는 스마트 공장 만족도가 높은 주요한 이유 중의 하나가 된다.

여섯째, 경쟁 환경은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 한국 시장의 경우에도 자동차 완성차업체들의 강력한 요구에 따라 자동차 부품업체들의 스마트 공장 보급률이 높은 것과 같이 외부 고객들의 요구에 부응할 수 있게 되면 스마트 공장의 만족도는 향상될 수밖에 없다. 또한 경쟁관계에 있는 업체들이 스마트 공장을 구축하여 생산성을 향상 시킬 경우 회사의 경쟁력에 치명적인 타격을 받을 수 있기 때문에 스마트 공장을 수용하여 경쟁사와 대응을 할 수 있다고 판단되었을 때 스마트 공장 수용에 대한 만족도가 향상될 것이다.

일곱째, 정부지원은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 스마트 공장에서도 역시 투자 자금의 부담을 줄이는 것은 투입 투자 자금 대비 수익률이 높게 만드는 것이므로 정부나 대기업으로부터 현금을 지원받아 투자자금을 줄이는 것은 투자를 하는 입장에서 아주 중요한 요소가 될 수 있으므로 정부의 투자 자금을 받아 스마트 공장을 수용할 때 지원을 안 받은 경우 보다 만족도가 높을 수밖에 없을 것이다.

여덟째, 스마트 공장의 컨설팅 지원은 스마트 공장 만족도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 현재 정부에서는 스마트 공장 추진단에 코디네이터 제도를 두고 있으며 한국생산성본부, 표준협회 등을 통해 컨설팅 지원 사업을 전개하고 있다. 중소업체들은 스마트 공장이 무엇이며 어떻게 수용해야 하는지 잘 모르고 있는 경우도 아주 많기 때문에 각 수요기업의 상황에 맞도록 스마트 공장을 수용할 수 있게 하는 컨설턴트의 전문화된 맞춤 지원은 스마트 공장 만족도를 증가 시킬 것이다.

아홉째, 스마트 공장 수용의도/수용은 스마트공장의 순편익에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 스마트 공장을 수용하거나 수용의사가 있는 수요기업들이 스마트 공장 솔루션이 기업의 성과에 영향을 주는 것으로 판단하고 있는 것으로 스마트 공장을 수용하는 기업 또는 수용의도가 높은 기업은 실제로 기업에 편익을 제공하고 있거나 제공 받을 것을 기대하고 있다는 의미이다.

열 번째, 스마트 공장의 만족도가 높으면 스마트 공장의 순편익도 증가하는 것으로 나타났다. 만족도가 높다는 의미는 스마트 공장이 공장의 환경에 적합하도록 구축이 되었다는 의미이므로 순편익이 증가하는 것은 당연한 현상이라고 할 수 있다.

기술요인인 무형성, 불확실성과 조직적 요인인 기업가정신, 흡수역량, 회사규모, 환경요인인 경쟁 환경, 컨설턴트 지원은 수용의도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났는데 본 연구에서는 제조업에서 가장 중요시하는 투자효과 즉 상대적 이점과 실제 투자자원을 확보하는 재무준비, 정부 지원이 투자 수용의 직접적인 우선요인이 됨에 따라 통계적 유의성 확보가 되지 못한 것으

로 볼 수 있다. 또한 상대적 이점, 무형성의 기술요인, 기업가정신, 회사규모, 재무적 준비의 조직적 요인은 스마트 공장 만족도에 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 실제 직접적으로 스마트 공장을 잘 구축하고 사용할 수 있는 흡수역량, 컨설턴트 지원, 정부 지원만 통계적으로 유의하게 나타났다.

그리고 만족도가 수용의도에 영향을 미치지 않는 것으로 도출되었는데 이는 스마트 공장 특성 상 스마트 공장 솔루션이 만족하여도 또 다른 솔루션을 수용할 때는 다른 솔루션이 되므로 만족도가 직접적인 요인을 미치지는 않는 것으로 나타났다.

또한 집단 간 구조모형분석을 하는 다중집단 경로분석을 통하여 집단 간 차이를 조사하였다. 조사 집단의 구분은 스마트 공장의 진전 도에 따라 스마트 공장 추진단에서 구분하는 구분을 활용하여 ICT 미수용 상태에 있는 기업 집단을 하나의 집단으로, 기초 단계와, 중간 1, 2단계 상태에 있는 다른 하나의 집단으로 구분하여 조사를 하였다. 즉 작게라도 스마트 공장을 수용하여 실제로 스마트 공장을 경험한 집단과 경험하지 못한 집단으로 나누어 조사를 하였다. 두 개의 집단의 통계 분석 결과는 다르게 나타나 집단별 스마트 공장에 대한 의식과 태도가 다름을 알 수 있었다.

첫째, ICT 미수용 집단은 스마트 공장 수용의도/수용에 영향을 미치는 요인은 재무 준비성과 컨설팅 지원으로 나타났으나, 경험을 한 집단은 상대적 이점, 재무준비성, 정부 지원으로 조사되었다. 이는 ICT 미수용 기업들 즉 스마트 공장 수용 경험이 없는 중소기업들은 기본적인 자금의 확보 문제와 함께 스마트 공장에 대한 이해도가 낮아서 컨설팅 지원 등 외부의 실질적 도움이 필요한 상태임을 알 수 있었다. 다른 기술적, 조직적, 환경적 대부분의 요소는 이해도가 떨어져 아무런 영향을 미치지 못한 것으로 판단된다. 이에 반해 스마트 공장을 경험한 기업들은 실질적 투자 목적인 상대적 이점과 이를 실행할 수 있는 자금문제들 즉 재무준비성과 정부 지원으로 나타나 실질적인 요인들을 검토하고 있는 것으로 생각될 수 있다.

둘째, ICT 미수용 집단은 스마트 공장 수용 만족도에 영향을 미치는 요인이 흡수역량으로 나타났다. 이는 수용의도와 같이 스마트 공장의 이해도가 낮

으므로 기술적 역량이 높을수록 스마트 공장에 대한 수준이 높아 만족도가 높을 것이라고 생각하고 있는 것을 의미한다, 반면에 스마트 공장 수용 경험을 한 집단은 불확실성, 경쟁 환경, 정부지원으로 나타났다. 스마트 공장의 성과 확인에 시간이 필요한 불확실성은 부(−)의 영향을 나타내고 있다. 이는 스마트 공장의 특성상 효과가 본격적으로 나타나기 위해서는 기간이 필요하다는 것을 간접적으로 보여주고 있다. 마지막으로 경쟁 환경과 정부지원은 정(+)의 영향으로 통계적으로 유효한 것으로 나타났다. 이 결과의 의미는 아직은 스마트 공장 수용이 자발적이라기보다는 타의에 의해 진행되는 경향도 강하다고 볼 수 있다. 한국 시장의 경우에 자동차 완성차 업체가 스마트 공장 수용 요구를 강력히 요구함에 따라 한국의 자동차 부품업체, 협력업체들의 스마트 공장 보급률이 높아진 것으로 설명될 수 있다.

2) 시사점

스마트 공장의 수용과 관련한 특성을 살펴본 결과 전형적인 제조업의 투자와 관련된 특성이 그대로 나타나고 있음을 알 수 있었다. 즉 투자 효과가 명확하면서 자금 준비가 되는 경우에만 투자를 하며, 이것이 불투명하면 절대로 투자집행을 하지 않는 것이다. 그러나 스마트 공장 솔루션은 현장의 설비나 관련 시설을 통해 수집되는 데이터를 가지고 소프트웨어를 활용하여 고객이 원하는 무형적인 서비스 형태로 만들어 가야하는 형태로 나타나기 때문에 수용 완료 후의 모습과 기대성과를 투자 집행 결정 시기에는 완전하게 파악하기는 어려운 것이 현실이다.

그러나 수용한 많은 중소기업들은 이렇게 어려운 과정에 대한 이해와 철저한 사전 준비 없이 일방적으로 도움이 된다는 다른 회사들의 사례나 외부의 단편적인 정보 또는 정부의 지원 제도에 기대어 일단 수용부터 해보는 관행에 따라 스마트 공장을 수용하였다. 이에 따라 실제 수용 후 실망하거나 투자 효과를 보지 못하고 있는 기업들이 많은 것도 현실이다. 또한, 본 연구 결과에서도 이미 조그맣게 라도 진행한 경험이 있는 기업과 경험이 없는 기업들의 특성도 다르다는 것이 연구결과로 도출되는 등 스마트 공장에 대한 이해

도나 대하는 수준이 다른 것들로 나타나고 있다. ANOVA분석에서도 회사의 규모와 능력을 표현할 수 있는 변수들이 즉 매출규모, 인력규모, 공장수준, 자금 종류 등 주요 속성에 대해 차이를 보이고 있어 기업 규모에 따라 회사들이 처한 상황과 환경이 다른 것으로 나타나고 있어 스마트 공장 수용 확대 등의 스마트 공장 정책을 수립할 때에는 집단 별 접근법이 달라야 함을 보이고 있다.

본 연구에서는 연구결과를 토대로 스마트 공장 수용/수용의도와 만족도에 영향을 주는 변수들을 중심으로 이러한 현상을 해결하는 방안에 대해 다음과 같이 함의점을 새롭게 제안하고자 한다.

스마트 공장 경험이 있는 기업들이 상대적 이점이나 불확실성, 경쟁 환경 같은 기술적 환경적 요인이 스마트 공장수용의도/수용에 영향을 주고 있으나, 스마트 공장 경험이 없는 기업은 스마트 공장에 대한 컨설팅이 필요하다고 느낄 만큼 이해도가 떨어지는 것으로 나타났다. 또한 만족도에도 흡수역량만이 영향을 주는 것으로 나타나 기업의 역량이 기업에 적합한 스마트 공장 구축에 영향을 주는 것으로 조사되었다. 이에 따라 아래와 같이 스마트 공장을 수용해 나가는 것이 올바른 방안으로 제안할 수 있다.

최초에 성과를 빠른 시일 내에 가시화 할 수 있는 분야를 찾아 일단 작게 시작을 하는 것이 중요하다. 현장의 데이터를 활용해서 이들 데이터가 주는 여러 가지 장점을 실제로 체감하고 스마트 공장에 대한 이해도를 높이면 데이터의 위력을 스스로 느끼고 의욕적으로 자발적으로 스마트 공장 솔루션을 확대할 수 있을 것이다. 스마트 공장의 최종모습으로 가기 위해서는 다양한 범위에서 단계적으로 풀어가는 노력이 필요하므로 중장기적인 로드맵을 그리고 중요한 것부터 순차적으로 실행해야 한다. 그리고 스마트 공장을 수용 또는 운영하여 가는데 대기업의 경우 자체 기술 인력을 보유하고 스스로 풀어갈 능력이 있는 경우가 많이 있지만 중·소기업의 경우는 이를 검토할 능력이 부족한 경우가 대부분이므로 외부의 컨설턴트 또는 멘토 등 스마트 공장전문가와 공정혁신 전문가의 도움을 받아 시작하는 것이 현실적인 방법이다. 이를 통해 스마트 공장에 대한 이해력을 높이고 먼저 수용목적에 따른 장기적인

로드맵을 그리고 난후에 시작하는 것이 좋은 방향이라고 할 수 있다.

즉 중소기업의 경우 처음에는 컨설팅 등 외부의 도움을 받아 가장 절실한 부분을 찾아 작게 시작해서 성공시킴으로 스마트 공장 솔루션의 장점과 실질적 효용가치를 느끼고 이를 바탕으로 스마트 공장의 수준을 높여가는 것이 바람직한 방안이라고 하겠다. 이 과정에 자금적인 사항은 정부지원을 활용하는 것이 투자 회수기간을 줄이는 효율적인 방안이 될 수 있다.

정부의 정책 수립자들에게는 아래와 같이 제안하고자 한다. 먼저 본 연구에서도 정부의 지원책은 중요한 요소임이 판정되었으므로 지속적인 지원이 필요하다는 것을 알 수 있다. 그러나 중소기업은 스마트 공장에 대한 이해도가 떨어진다는 현상이 파악되었으며, 스마트 공장에 대한 만족도 수준도 새로운 기술을 받아들이는 능력인 흡수역량이 중요한 역할을 한다고 나타났다. 즉 수용 기업이 최소한의 이해와 기술력을 확보하지 않으면 제대로 된 스마트 공장 수용이 어렵다고 보이고 있다. 이를 해결하는 방안은 컨설턴트 등 외부 전문가들이 스마트 공장의 특성을 이해하고 있으므로 중소 수요기업과의 진솔한 토의를 통하여 장기적인 로드맵을 수립하고 이 기업의 수명주기에 따라 그 시기에 적절한 투자와 기술개발을 할 수 있도록 일관성 있고 지속적인 자문과 지원이 필요하다. 실질적 방법으로는 다음과 같이 제안하고자 한다.

이미 시작된 '18년 컨설팅 지원 사업이 수요기업이 투자결정 또는 운영 문제점 해결책 모색 등 단기적인 도움이 되지만 진단 위주의 단편적인 컨설팅 지원으로 진행되는 경우가 많아 지속성과 연결성이 없어 스마트 공장의 투자 집행, 운영, 유지관리, 확대 재투자 등 스마트 공장의 생애주기 관점에서는 미흡한 것이 사실이므로 그동안 진행한 큰 자금을 일시에 지원하는 대표기업 제도 외에도 규모가 작지만 성장이 예상되는 장래성 있는 중소기업들을 선정하여 초기부터 목표 단계까지 도달할 수 있도록 컨설턴트 및 정책자금의 지속적인 지원 및 관리를 통해 스마트 공장을 구축하는 대표기업으로 육성하는 것을 제안한다. 이를 통해 성공사례를 만들어 다른 기업들도 희망을 가지고 따라 올 수 있도록 하는 것도 스마트 공장 보급 확대 방안 중의 하나라고 할 수 있으며, 정부의 목표인 2022년까지 2만개 스마트공장의 양적인 목표도 이

러한 질적인 성공체험의 바탕이 없으면 이루어지기가 어려울 수 있다. 많은 기업에 혜택을 주는 방안이 정책적으로 올바른 길이지만 많은 기업들이 이 스마트 공장 수용 사업에 참여하고자 하려면 실질적인 사례와 이를 선순환으로 사례를 양산하는 생태계를 구축하여야 한다. 이 과정에 중소기업들이 흡수 역량을 키울 수 있도록 다양한 교육 지원도 필요할 것이다.

제 2 절 연구의 한계 및 향후 방향성

본 연구는 스마트 공장의 실증적 연구를 통하여 의미 있는 연구결과를 도출하고 이를 바탕으로 실현가능한 제안을 하였다. 그러나 다음과 같은 한계점을 가지고 있다.

첫째, 스마트 공장의 효과에 대해서는 사례로 많이 알려지고 있으나 전체적으로 보면 스마트 공장의 성과가 시간을 두고 나타나는 특성을 가지고 있으므로 아직 시장 전반적으로는 보급 초기단계로 성과에 대한 평가는 좀 더 많은 경험을 통하여 구체화해야 할 필요가 있을 것이다.

둘째, 스마트 공장의 수용관련 매개변수로 IS성공모델의 수용의도/수용을 하나의 변수로 활용하였다. 그러나 다른 기술 수용모델에서와 같이 수용의도가 수용에 여러 가지 요인이 영향을 미칠 수 있다고 생각할 수 있다.

본 연구의 한계점을 보완하기 위한 연구방향을 아래와 같이 제시하고자 한다.

첫째, 스마트 공장의 특성상 성과와 관련 가장 중요한 것은 스마트 공장 수용 후 일정기간 운영하면서 성과를 체감하는 것이라고 생각된다. 그래서 연구방법적으로는 일정 기간 이상의 장기간 연구를 필요로 하는 연구 방법이 지만 스마트 공장의 실제적 효과를 알아내기 위해서는 종단적 연구를 통한 분석도 필요할 것이라고 연구 방향을 제안한다.

둘째, 본 연구에서는 IS 성공모델을 사용하여 수용의도와 수용을 하나의 변수로 활용하였으나. 이 변수를 분리하여 수용의도가 수용에 미치는 영향을 매개하는 것에 대한 연구도 중요한 의미를 가질 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 국내문헌

강정석, 조근태. (2018). 자동화 및 스마트 공장 구축에 대한 정부 지원사업의 효과 분석.『기술혁신학회지』, 21(2), 738-766.

강찬호, 장우진, 장형욱. (2014). 확장계획행동이론을 이용한 커피전문점이용고객에 대한 행동예측.『Tourism Research』, 39(3), 277-300.

고재진, 이규택. (2015). 스마트공장 현황 및 시사점.『KESSIA ISSUE REPORT』, 11월호.

국가표준기술원. (2016). 스마트공장-제1부: 기본개념과 구조.『KS X 9001-1』.

국가표준기술원. (2016). 스마트공장-제2부: 용어.『KS X 9001-2』.

국가표준기술원. (2016). 스마트공장-제3부: 운영관리시스템(진단평가 모델).『KS X 9001-3』.

권도훈. (2018). "발전소 스마트 팩토리 활동이 설비운영의 효율화에 미치는 영향". 경북대학교 산업대학원 석사학위논문

권준화. (2015). 독일 Industry 4.0 현황과 시사점.『IBK경제연구소, 중소기업고용포럼』.

김기웅. (2017). 중소기업의 IoT 수용에 영향을 미치는 요인 및 정책적 시사점.『입법과 정책』, 9(3), 341-362.

김명소, 한영석. (2001). 합리적 행위이론과 계획된 행동이론에 의한 온라인 구매행동 이해.『한국심리학회지 사회 및 성격』, 15(3), 17-32.

김문식. (2014). "패밀리레스토랑 이용자의 휴리스틱 선택행동 연구: 합리적 행동이론 적용과 계획적 행동이론의 비교". 한양대학교 대학원 박사학위논문

김수영. (2018). 4차산업혁명시대 스마트팩토리운영관리(FOM) 시스템의 수용성과에 대한 사례분석.『전산회계연구』, 16(1), 43-62.

김승택. (2016). 스마트 팩토리의 성공적 수용을 위한 고려사항.『딜로이트

안진 리뷰』, 7, 36-45.
김윤환. (2009). 영상통화에 대한 심리적 저항요인에 관한 연구- 변형된 혁신 저항모형을 중심으로. 『한국언론정보학회 봄철 정기학술대회 부유한 미디어, 빈곤한 민주주의』, 2009(5), 501-518.
김익성. (2009). 중소기업 컨설팅지원사업의 현황과 발전방안: e-쿠폰제 컨설팅 지원 사업을 중심으로. 『經商論叢』, 27(4), 41-67.
김인수. (2010). 한국의 경영학 연구: 이대로는 안된다. 『경영학 연구』, 29(3), 293-314.
김종표. (2018). 스마트공장 추진단 김종표 전문위원 인터뷰(2018.3.22.). 『CCTV뉴스』.
김재성. (2017). "스마트팩토리 구축을 위한 중소제조공정 빅데이터 분석 적용방안 : 자동차 부품 제조공정을 중심으로". 충북대학교 대학원 박사학위논문
김창용. (2017). "스마트 팩토리 적용이 자동차 산업 내 생산성 및 소비자 구매에 미치는 영향에 관한 연구". 고려대학교 기술경영전문대학원 석사학위논문
김호, 김병근. (2012). 정부보조금의 민간연구개발투자에 대한 효과분석. 『기술혁신학회지』, 15(3), 649-674
김회수 외. (2018). Rogers의 혁신확산이론에 기초한 교사의 e-러닝 정책 수용·확산 검사 개발. 『교육정보미디어연구』, 24(1), 23-52.
남수태, 김도관, 진찬용. (2013). 혁신확산이론에 따른 스마트폰 지속사용의도에 관한 연구: 아이폰 사용자와 안드로이드 사용자의 충성도 비교를 고려하여. 『한국정보통신학회논문지』, 17(5), 1219-1226 .
노민정. (2015). 기술수용모델(TAM)을 적용한 모바일 항공권구매앱 수용에 관한 연구. 『한국항공경영학회지』, 13(5), 69-94.
대통령 직속 4차산업혁명위원회. (2018). 『스마트 공장 확산 및 고도화 전략』.
명상일. (2018). "IoT 기반의 스마트 공장 자동화 관리 시스템 구축에 관한 연구". 동명대학교 대학원 박사학위논문
박문수. (2015). 뿌리산업 중소기업의 스마트공장 활성화 방안 보고서. 『중소

기업중앙회』.
박인근. (2016). “기업의 영업지원 소프트웨어 사용 성과에 영향을 미치는 요인에 관한 실증적 연구 : 정보시스템 성공 모델 중심으로”. 숭실대학교 대학원 박사학위논문
박일순, 안현철. (2012). UTAUT 기반 모바일 신용카드 서비스의 사용자 수용 모형에 관한 연구. 『e-비즈니스 연구』, 13(3), 551-574.
박정훈. (2007). 정보기술 확산의 영향요인 : 혁신이론 관점. 『대한경영학회지』, 20(2), 791-814.
배병축. (2017). “스마트공장의 기술적 요인이 경영성과에 미치는 영향 : 스마트공장 지원사업 수혜기업을 중심으로”. 한양대학교 대학원 석사학위논문
산업연구원. (2015). 미래 혁신에 있어서의 스마트 공장 이슈와 과제. 『e-KIET 산업 경제 정보』.
산업통상자원부. (2017). 『4차 산업 혁명시대 스마트 공장 확산을 위한 핵심 분야별 정책방안 연구(2017.12)』.
소병옥. (2013). “의료·농업 융복합사업의 사전평가모델 구축 및 타당성 분석”. 원광대학교 대학원 박사학위논문
손현정, 이상원, 조문희. (2014). 대학생의 웨어러블 디바이스 사용의도에 영향을 미치는 요인. 『한국언론정보학보』, 68, 7-33.
송형철. (2018). UTAUT에 기반한 m-learning 만족도에 미치는 요인에 관한 연구. 『디지털융복합연구』, 16(7), 123-129.
신명곤. (2018). “웨어러블 디바이스 사용 결정요인 : 합리적 행동이론을 중심으로”. 계명대학교 대학원 박사학위논문
심재익. (2017). “혁신확산이론에 따른 유기제품의 지속사용의도에 관한 연구 : Q방법론을 중심으로”. 경기대학교 관광전문대학원 박사학위논문
유재현, 박철. (2010). 기술수용모델(Technology Acceptance Model) 연구에 대한 종합적 고찰. 『Entrue Journal of Information Technology』, 9(2), 31-50.
윤윤규, 고영우. (2010). 정부 R&D 지원이 기업의 성과에 미치는 효과 분석

: 동남권 지역산업 진흥사업을 중심으로. 『기술혁신연구』, 19(1), 31-53.

양동우. (2011). 정부의 R&D 지원정도가 R&D성과에 미치는 영향에 관한 실증연구. 『대한경영학회 학술발표대회 발표논문집』, 164-170.

염민선. (2015). 합리적 행동이론을 적용한 소비자 쇼루밍 행동의 이해. 『유통 연구』, 20(4), 79-103.

오원근. (2018). "4차 산업혁명이 제품수명주기 관리에 미치는 영향 : 전문가 그룹의 인지 분석". 동국대학교 대학원 박사학위논문

오정윤, 최상현. (2018). 데이터 마이닝 기법을 활용한 스마트팩토리 수용 기업의 특성 분석. 『한국융합학회논문지』, 9(5), 179-189.

오종철. (2015). UTAUT를 적용한 스마트폰 어플리케이션 구매에 관한 한중 비교 연구. 『e-비즈니스 연구』, 16(6), 43-63.

윤경. (2015). "클라우드 컴퓨팅서비스 사용의도에 영향을 미치는 요인 : 금융권을 중심으로", 단국대학교 대학원 박사학위논문

이상석. (2009). 중국 진출 한국 중소기업의 경영컨설팅이 경영성과에 미치는 영향. 『기업경영연구』, 30, 149-165.

이윤재. (2015). "대학 e-포트폴리오 시스템 검정에 관한 연구 : 정보시스템 성공 모델의 적용을 통하여". 공주대학교 대학원 박사학위논문

이정철. (2015). 스마트 공장 진단·인증모델 개요 및 평가항목. 『한국생산성본부』.

이종일, 김찬준. (2007). R&D 지원정책이 기술성과에 미치는 영향분석. 『기술혁신학회지』, 10(1), 1-21.

이태진, 김영준. (2017). 한국 중소 기업의 스마트 공장 사업 참여 요인에 대한 실증 분석. 『한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집』, 25(2), 191-194.

이현호, 임춘성. (2018). 중소기업의 스마트 공장 수용을 위한 SWOT 분석. 『한국융합학회논문지』, 9(3), 1-14.

이홍제 외. (2018). 정보시스템 지속적 이용과 성과에 미치는 요인에 대한 연구 - UTAUT와 IS성공모델을 중심으로. 『정보기술아키텍처연구』,

15(1), 17-30.
일본 경제산업성. (2018).『제조업백서 2018』.
임정우 외. (2017). 스마트팩토리 기반 제조공정 혁신에 관한 연구.『대한경영학회지』, 30(9), 1609-1630.
임준홍. (2017). "스마트 공장 적용에 영향을 끼치는 요인에 관한 연구 : 자동차 조립공장을 중심으로". 고려대학교 기술경영전문대학원 석사학위논문
정병주. (2017). "스마트공장의 수용이 기업성과와 직무만족에 미치는 영향에 관한 연구". 경희대학교 대학원 석사학위논문
정선양, 전중양, 황정재. (2016). 중소기업의 글로벌 경쟁력 제고를 위한 스마트공장 표준화 전략.『기술혁신학회지』, 19(3), 545-571.
전현재 외. (2014). 모바일 환경에서의 학사 정보시스템 성공요인에 관한 실증 연구.『한국정보기술학회논문지』, 12(12), 125-135.
조용주. (2016). 중소·중견 제조기업의 스마트팩토리 구축을 위한 제언.『한국무역협회 국제무역연구원 이슈레포트』, 2016(2).
조정철. (2018). 현장경험을 통해서 본 중소기업의 올바른 스마트공장 구축 방안.『KIET 산업경제』, 2018(4), 73-76.
주기중. (2004). "정보시스템의 이용자 및 시스템 특성, 이용자 효용, 효과상의 관계에 관한 연구". 계명대학교 대학원 박사학위논문
중소기업 중앙회. (2018).『스마트 공장 수용에 대한 중소제조업 의견조사 결과보고』.
진희승. (2018). 스마트공장 성공을 위한 소프트웨어의 역할과 과제.『소프트웨어 정책연구소 이슈레포트』, 2017(7).
貴田 義和(きだ よしかず). (2018).「Smart Factoryプロジェクト」進まない実態と解決策.『オペレーションズ・リサーチ』, 2018(4), 220-225.
최영환, 최상현. (2017). 스마트공장 시스템 구축이 중소기업 경쟁력에 미치는 요인에 관한 연구.『Information systems review』, 19(2), 95-113.
함형준. (2017). ICT 기반의 스마트 팩토리 구현을 위한 정책연구.『e-비즈니스 연구』, 18(6), 363-380.

2. 국외문헌

Aboelmaged M. G. (2014). Predicting e-readiness at firm-level: an analysis of technological, organizational and environmental (TOE) effects on e-maintenance readiness in manufacturing firms. *International Journal of Information Management*, 34(5), 639-651.

Acatech. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0,* Final report of the Industrie 4.0 Working Group.

Agnieszka Radziwon, Arne Bilberg, Marcel Bogers, & Erik Skov Madsenb. (2014). The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions. *Procedia Engineering,* 69, 1184-1190.

Ainsworth Anthony Bailey, Iryna Pentina, Aditya Shankar Mishra & Mohammed Slim Ben Mimoun. (2017). Mobile payments adoption by US consumers: an extended TAM. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 45(6), 626-640.

Attewell Paul. (1992). Technology Diffusion and Organizational Learning - The Case Of Business Computing. *Organization Science*, 3(1), 1-19.

Azadegan Arash & Teich Jeffrey. (2010). Effective benchmarking of innovation adoptions: a theoretical framework for e-procurement technologies. *Benchmarking: An International Journal,* 17(4), 472-490.

Baker J. (2012). The Technology-Organization-Environment Framework, Information Systems Theory. *Explaining and Predicting Our Digital Society*, 28(12), 231-245.

Bebko C. P. (2000). Service intangibility and its impact on consumer

expectations of service quality. *Journal of Services Marketing*, 14(1), 9-26.

Berry L. L. (1980). Services marketing is different. *Business*, 30(May/June), 24-29.

Bijith Marakarkandy, Nilay Yajnik & Chandan Dasgupta. (2017). Enabling internet banking adoption: An empirical examination with an augmented technology acceptance model (TAM). *Journal of Enterprise Information Management*, 30(2), 263-294.

Blake Ives, Margrethe H. Olson & Jack J. Baroudi. (1983). Communications of the ACM CACM Homepage archive. *The measurement of user information satisfaction*, 26(10), 785-793.

Blois K. J. (1974). The marketing of services: an approach. *European Journal of Marketing*, 8(2), 137-145.

Bo Wen, Hao Wu, Yoichi Shinkai, Rafael A Irizarry & Andrew P Feinberg. (2009). Large histone H3 lysine 9 dimethylated chromatin blocks distinguish differentiated from embryonic stem cells. *Nature Genetics,* 41, 246-250.

Boston Consulting Group. (2015). The future of productivity and growth in manufacturing industries.

Cadavid J., Alférez M., Gérard S., & Tessier P. (2015). Conceiving the Model-Driven Smart Factory. *ICSSP 2015 Proceedings of the 2015 International Conference on Software and System Process.* 72-76.

Carlos Tam & Tiago Oliveira. (2016). Performance impact of mobile banking: using the task-technology fit (TTF) approach. *International Journal of Bank Marketing*, 34(4), 434-457.

Chinyao Low, Yahsueh Chen & Mingchang Wu. (2011). Understanding the determinants of cloud computing adoption. *Industrial Management & Data Systems*, 111(7), 1006-1023.

Chiu Yen-Ting Helena, Fang Shih-Chieh & Tseng Chuan-Chuan (2010). Early versus potential adopters : Exploring the antecedents of use intentions in the context of retail service innovations. I*nternational Journal of Retail and Distribution Management*, 38(6), 443-459.

Choong Lyong Ha. (1998). The theory of reasoned action applied to brand loyalty. *Journal of Product & Brand Management*, 7(1), 51-61.

Chwelos P., Benbasat I. & Dexter A. S. (2001). Research report: empirical test of an EDI adoption model. *Information Systems Research*, 12(3), 304-321.

Cohen W. M. & Levinthal D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35, 128-152.

CRO Forum. (2015). *The Smart Factory - Risk Management Perspectives.*

Depietro Rocco, Edith Wiarda & Mitschell Fleischer. (1990). The Context for Change: Organization. *Technology and Environment.*

Danny Miller. (1983). *The Correlates of Entrepreneurship in Three Types of Firms.* Mass.: Management Science.

Danping Lin, C. K. M. Lee, Henry Lau & Yang Yang. (2018). Strategic response to Industry 4.0: an empirical investigation on the Chinese automotive industry. *Industrial Management & Data Systems*, 118(3), 589-603.

David Demick. (2006). Wine retailing in Ireland: the diffusion of innovation, Agnes Murray. *International Journal of Wine Marketing*, 18(3), 204-217.

DeLone W. H. & McLean E. R. (1992). Information systems success: The quest for the dependent variable. *Information Systems*

*Researc*h, 3(1), 60-95.

DeLone W. H. & McLean E. R. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success:A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems*, 19(4), 9-30.

Ding Zhikun, & Ng Fungfai. (2009). Knowledge sharing among architects in a project design team: An empirical test of theory of reasoned action in China. *Chinese Management Studies*, 3(2), 130-142.

Dominik Lucke, Carmen Constantinescu & Engelbert Westkämper. (2008), Smart Factory - a step towards the next generation of manufacturing, *Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier. Springer*, 115-118.

Drucker P. F. (1985). *Innovation and Entrepreneurship. NewYork,* Mass.: Harper Trade.

Durr & K. Rothermel. (2011). RFID based Complex Event Processing in a Smart Real - Time Factory. *Expert discussion: Distributed Systems in Smart Spaces.*

Edgett S. & Parkinson S. (1993). Marketing for service industries - a review. *The Service Industries Journal*, 13(3), 19-39.

Fariba Safari, Narges Safari & Alireza Hasanzadeh. (2015). The adoption of software-as-a-service(SaaS): ranking the determinants. *Journal of Enterprise Information Management*, 28(3), 400-422.

Farkhondeh Hassandoust, Rajasvaran Logeswaran, & Mehdy Farzaneh Kazerouni. (2011). Behavioral factors influencing virtual knowledge sharing: theory of reasoned action. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 3(2), 116-134.

Fishbein M. & Ajzen I. (1975). *Belief, Attitude, Intention and Behavior : An Introduction to Theory and Research. reading,* Mass.: Addison-Wesley.

Forschungsunion. (2013). Umsetzungsempfehlungen fuer das

Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Abschlussbericht des Arbeitskreises. *Industrie 4.0,* acatech.

Gatian A. W. (1994). Is User Satisfaction a Valid Measure of System Effectiveness. *Information & Management*, 26, 119-131.

Goodhue D. L. (1995). Understanding user evaluations of information systems. *Management Science*, 41(12), 1827-1844.

Goodhue D. L. (1998). Development and measurement validity of a task-technology fit instrument for user evaluations of information systems. *Decision Sciences*, 29(1), 105-138.

Goodhue D. L. & Thompson, R.L. (1995). Task-technology fit and individual performance. *MIS Quarterly*, 19(2), 213-236.

Grover V. (1993). An empirically derived model for the adoption of customer-based interorganizational systems. *Decision Science*, 24(3), 603-640.

Hakan Celik. (2016). Customer online shopping anxiety within the Unified Theory of Acceptance and Use Technology (UTAUT) framework. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 28(2), 278-307.

Hameed B. & Hozdić F. Elvis. (2015). SMART FACTORY FOR INDUSTRY 4.0: A REVIEW. *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*, 7(1).

Haug A., Pedersen, S. G. & Arlbjørn J. S. (2011). IT readiness in small and medium-sized enterprises. *Industrial Management & Data Systems,* 111(4) 490-508.

Ho C. H. & Wu W. (2011). Role of innovativeness of consumer in relationship between perceived attributes of new products and intention to adopt. *International Journal of Electronic Business Management*, 9(3), 258-266.

Hosein Gharavi, Peter E. D. Love & Eddie W. L. Cheng. (2004).

Information and communication technology in the stockbroking industry: an evolutionary approach to the diffusion of innovation. *Industrial Management & Data Systems,* 104(9), 756-765.

Hunt A. B. (1877). On some large Aplysiae taken in Torbay in 1875. *Trans. Devonsh. Assoc,* 9, 400-403.

Iacovou C. L., Benbasat I. & Dexter A. S. (1995). Electronic data interchange and small organizations: adoption and impact of technology. *MIS Quarterly*, 19(4), 465-485.

James E. Bailey & Sammy W. Pearson May. (1983). Development of a Tool for Measuring and Analyzing Computer User Satisfaction. *Management Science*, 29(5), 519-637.

Jason Dedrick & Joel West. (2004). An Exploratory Study into Open Source Platform Adoption. System Sciences, *Proceedings of the 37th Annual Hawaii international Conference.*

Jay Lee (2013). Industry 4.0 in Big Data Environment. *German Harting Magazine Technology Newsletter,* 26, 8-10.

Jay Lee. (2015). Smart Factory Systems. *Informatik-Spektrum*, 38(3), 230-235.

Jia Q., Gao Y. & Staurt J. B. (2017). Enterprise 2.0 post-adoption: extending the information system continuance model based on the technology-organization-environment framework. *Computers in Human Behavior*, 67, 95-105.

Jiunn-Woei Lian, David C. Yen & Yen-Ting Wang. (2014). An exploratory study to understand the critical factors affecting the decision to adopt cloud computing in Taiwan hospital. *International Journal of Information Management,* 34(1) 28-36.

Junglas I., Abraham C. & Watson R. T. (2008). Task-technology fit for mobile locatable information systems. *Decision Support Systems*,

45(4), 1046-1057.

Kagermann Henning, Riemensperger Frank, Hoke Dirk, Helbig Johannes, Stocksmeir Dirk, Wahlster Wolfgang, Scheer August-Wilhelm, & Schweer Dieter. (2014). *Smart Service World - Implementation Recommendations for the Future Project Internet-based Services for the Economy. acatech - German Academy of Engineering.*

Kawal Kapoor, Yogesh Dwivedi, Niall C Piercy, Banita Lal & Vishanth Weerakkody. (2014). RFID integrated systems in libraries: extending TAM model for empirically examining the use. *Journal of Enterprise Information Management*, 27(6), 731-758.

Kirk A. Patterson, Curtis M. Grimm & Thomas M. Corsic. (2003). Adopting new technologies for supply chain management. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 39(2), 95-121.

Kuan K. K. Y. & Chau P. Y. K. (2001). A perception based model for EDI adoption in small business using a technology-organization-environment framework. *Information & Management*, 38, 507-512.

Laroche M., Bergeron J. & Goutaland, C. (2001). A three-dimensional scale of intangibility. *Journal of Service Research*, 4(1), 26-38.

Laroche M., McDougall G. H. G., Bergeron J. & Yang Z. (2004). Exploring how intangibility affects perceived risk. *Journal of Service Research*, 6(4), 373-389.

Lasi Heiner, Fettke Peter, Feld Thomas & Hoffmann Michael. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239-242.

Lee C. C., Cheng H. K. & Cheng H. H. (2007). An empirical study of mobile commerce in insurance industry: task-technology fit and individual differences. *Decision Support Systems*, 43(1), 95-110.

Lee C. Y. (2011). The Differential Effects of Public R&D Support on Firm R&D: Theory and Evidence from Multi-Country Data. *Technovation,* 31(5), 256-269.

Lee J. Y. (2004). Determinant Analysis of Technology Adoption Behavior : A Case of Internet Technologies in small Businesses. *The Journal of Computer Information Systems*, Summer:2004, 44(4).

Leung D., Lo A., Fong L. & Law R. (2015). Applying the technology-organization-environment framework to explore ICT initial and continued adoption: an exploratory study of an independent hotel in Hong Kong. *Tourism Recreation Research*, 40(3), 391-406.

Lin H. (2014). Understanding the determinants of electronic supply chain management system adoption: using the technology-organization-environment framework. *Technological Forecasting and Social Change,* 86(1), 80-92.

Lin T. C. & Huang C. C. (2008). Understanding knowledge management system usage antecedents: an integration of social cognitive theory and task technology fit. *Information & Management*, 45(6), 410-417.

Liu Po-Li. (2017). *A Study on Industry 4.0 - Focusing on the Viewpoint of Network Policy.*

Love P.E.D. & Irani Z. (2004). An exploratory study of information technology evaluation and benefits management practices of SMEs in the construction industry. *Information & Management*, 42(1), 227-242.

Lucke D., Constantinescu C. & Westkämper E. (2008). Kontextbezogene Anwendungen in der Production: Smart Factory - Gestern. *heute und in der Zukunft,* 138 - 142.

MacCrimmon K. R. & Taylor R. N. (1976). Decision Making and

Problem Solving. *Hand Book of Industrial and Organizational Psychology*, Ronald McNally Publishing C., 1397-1453.

Magdalena GABRIEL & Ernst PESSL. (2016). Industry 4.0 and Sustainability Impacts: Critical Discussion of Sustainability Aspects with a Special Focus on Future of work and Ecological Consequences. *ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara - International Journal of Engineering,* 14(2), 131-136.

Markets and Markets. (2017). *Smart Factory Market by Technology (DCS, PLC, MES, ERP, SCADA, PAM, HMI, PLM), Component (Sensors, Industrial Robots, Machine Vision Systems, Industrial 3D Printing), End-User Industry, and Region - Global Forecast to 2022*.

Marco Giovanni Mariani, Matteo Curcuruto & Ivan Gaetani. (2013). Training opportunities, technology acceptance and job satisfaction: A study of Italian organizations. *Journal of Workplace Learning*, 25(7), 455-475.

Martín-Ruiz D. & Rondán-Cataluña F. J. (2008). The nature and consequences of price unfairness in services: a comparison to tangible goods. *International Journal of Service Industry Management*, 19(3), 325-352.

Mason R. O. (1978). Measuring information output: A communication systems approach. *Information & Management,* 1(5), 219-234.

Matthias Wieland, Frank Leymann, Michael Schäfer, Dominik Lucke, Carmen Constantinescu & Engelbert Westkämper. (2010). Using Context-aware Work flows for Failure Management in a Smart Factory. *UBICOMM 2010 : The Fourth International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies.*

McDougall G. H. & Snetsinger D. W. (1990). The Intangibility of

Services: Measurement and Competitive Perspectives. *Journal of Services Marketing*, 4(4), 27-40.

McGill T. J. & Klobas J. E. (2009). A task-technology fit view of learning management system impact. *Computers & Education*, 52(2), 496-508.

Mei Ling Keong, Thurasamy Ramayah, Sherah Kurnia & Lo May Chiun. (2012). Explaining intention to use an enterprise resource planning (ERP) system: an extension of the UTAUT model. *Business Strategy Series*, 13(4), 173-180.

Michel Laroche, Jasmin Bergeron & Guido Barbaro-Forleo. (2001). Targeting consumers who are willing to pay more for environmentally friendly products. *Journal of Consumer Marketing,* 18(6), 503-520.

Mohamed Saber Chtourou & Nizar Souiden. (2010). Rethinking the TAM model: time to consider fun. *Journal of Consumer Marketing*, 27(4), 336-344.

Nahavandi A. & Chesteen S. (1988). The impact of consulting on small business: a further examination. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 13(1), 29-40.

Navid Shariatzadeh, Thomas Lundholm, Lars Lindberg & Gunilla Sivard. (2016). Integration of Digital Factory with Smart Factory Based on Internet of Things. *Procedia CIRP*, 50, 512-517.

Oliveira T. & Martins M. F. (2010). Understanding e-business adoption across industries in European countries. *Industrial Management & Data Systems*, 110, 1337-1354.

Osakwe C. N., Chovancova M. & Agu M. N. (2016). Can micro-enterprises leverage on the adoption of corporate websites to bolster their brand visibility? Examining salient adoption issues in Nigeria. *Information Development*, 32(4), 904-919.

Ozdemir S., Trott P. & Hoecht A. (2008). Segmenting internet banking adopter and non-adopters in the Turkish retail banking sector. *International Journal of Bank*, 26(4).

Pan M. J. & Jang W. Y. (2008). Determinants of the adoption of enterprise resource planning within the technology-organization-environment framework: Taiwan's communications industry. *Journal of Computer Information Systems,* 48, 94-102.

Paul A. Pavlou, Huigang Liang & Yajiong Xue. (2007). Understanding and Mitigating Uncertainty in Online Exchange Relationships: A Principal-Agent Perspective. *MIS Quarterly,* 31(1), 105-136.

Peter Kopacek. (2015). Automation and TECIS. *IFAC Papers OnLine,* 48(24), 21-27.

Pitt L. F., Watson R. T. & Kavan C. B. (1995). Service quality : A measure of information systems effectiveness. *MIS Quarterly*, 19(2), 173-187.

Po-Sheng Chiu, I-Ching Chao, Chih-Chien Kao, Ying-Hung Pu & Yueh-Min Huang. (2016). Implementation and evaluation of mobile e-books in a cloud bookcase using the information system success model. *Library Hi Tech*, 34(2), 207-223.

Prodromos Chatzoglou & Dimitrios Chatzoudes. (2016). Factors affecting e-business adoption in SMEs: an empirical research. *Journal of Enterprise Information Management*, 29(3), 327-358.

Racherla P. & Hu C. (2008). eCRM system adoption by hospitality organizations: a technology-organization-environment(TOE) framework. *Journal of Hospitality & Leisure Marketing*, 17(1-2), 30-58.

Ram S. (1987). A Model of Innovation Resistance. *in NA - Advances in Consumer Research*, 14, 208-212.

Rai A., Lang S. S. & Walker. R. B. (2002). Accessing the Validity of IS Success Models : *An Empirical Test and Theoretical Analysis. Information System Research*, 13(1), 50-69.

Rathmell J. M. (1966). What is meant by services?. *Journal of Marketing*, 30(4), 32-36.

Rick Burke et al. (2017). *Deloitte University Press.* Deloitte Development LLC.

Robert D. Hisrich & Michael P. Peters. (1986). Establishing a new business venture unit within a firm. *Journal of Business Venturing*, 1(3), 307-322.

Rogers Everett M. (1983) *Diffusion of innovations, 3rd edition*, New York: Free Press.

Rogers Everett M. (2003). *Diffusion of Innovation. 5th Edition*. New York: Free Press.

Saldanha T. & Krishnan M. S. (2012). Organizational adoption of Web 2.0 technologies: an empirical analysis. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce,* 22(4), 301-333.

Samuel Greengard. (2015). *The Internet of Things. Cambridge,* MA: MIT Press.

Sandy Chong & Graham Pervan. (2007). Factors Influencing the Extent of Deployment of Electronic Commerce for Small-and Medium Sized Enterprises. *Journal of Electronic Commerce in Organizations,* 5(1), 29.

Sarah Elison, Jonathan Ward, Glyn Davies & Mark Moody. (2014) Implementation of computer-assisted therapy for substance misuse: a qualitative study of Breaking Free Online using Roger's diffusion of innovation theory. *Drugs and Alcohol Today*, 14(4), 207-218.

Schumpeter JA. (1934). *Change and the Entrepreneur,* Essays of JA Schumpeter.

Seddon P. B. (1997). A Respecification and Extension of DeLone & McLean Mode of IS Success. *Information Systems Research*, 8(3), 240-253.

Selmar A. (2015). *Implementation of facilitating smart Factory(4.0)(Master's Thesis)*, Chalmers University of Technology in Sweden.

Shaker A. Zahra & Gerard George. (2002). Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension. *Academy of Management Review*, 27(2).

Shang R. A., Chen Y. C. & Chen C. M. (2007). Why people blog? An empirical investigations of the task technology fit model. *PACIS 2007 Proceedings*, 5.

Shannon C. E., & Weaver W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication. Urbana*, IL: University of Illinois Press.

Shiyong Wang, Jiafu Wan, Di Li & Chunhua Zhang. (2016). Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2016.

Shostack G. L. (1977). Breaking free from product marketing. *Journal of Marketing*, 41(2), 73-80.

Shumaila Y. Yousafzai, Gordon R. Foxall & John G. Pallister. (2007). Technology acceptance: a meta-analysis of the TAM: Part 1. *Journal of Modelling in Management*, 2(3), 251-280.

Smart Factory Task Group. (2017). Smart Factory Applications in Discrete Manufacturing. *An Industrial Internet Consortium White Paper,* IIC:WHT:IS2:V1.0:PB:20170222.

Smith M., Abdullah Z. & Razak R.A. (2008). The diffusion of technological and management accounting innovation: Malaysian evidence. *Asian Review of Accounting*, 16(3), 197-218.

Stephan P., Meixner G., Koessling H., Floerchinger F. & Ollinger L.

(2010). Product – Mediated Communication through Digital Object Memories in Heterogeneous Value Chains. *Proc. of. the 8th IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications*

Stock T. & Seliger G. (2016). Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. *Procedia CIRP,* 40, 536-541.

Swanson E. B. (1995). Information systems management among organizations. *Management Science*, 40, 1069-1092.

Thomas Schrier, Mehmet Erdem, & Pearl Brewer. (2010). Merging task-technology fit and technology acceptance models to assess guest empowerment technology usage in hotels. J*ournal of Hospitality and Tourism Technology*, 1(3), 201-217,

To M. L. & Ngai E. W. T. (2006). Predicting the organizational adoption of B2C e-commerce: an empirical study. *Industrial Management & Data Systems*, 106, 1133-1147.

Tony Paine. (2015). *Kepware OPCUA Site Security Requirements*, Kepware Technologies.

Topi H., Valacich J. S. & Hoffer J. A. (2005). The effects of task complexity and time availability limitations on human performance in database query tasks. *International Journal of Human-Computer Studies*, 62(3), 349-379.

Tornatzky Louis G. & Mitchell Fleischer. (1990). *The processes of technological innovation,* pp. 151-175. Lexington, Mass.: Lexington Books.

UBS. (2016). *Extreme automation and connectivity : The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution.* White paper for the World Economic Forum Annual Meeting 2016.

Van de Ven A. H. & Ferry D. L. (1980). *Measuring and Assessing*

Organizations. New York, Mass: Wiley.

Wahlster W. (2012). Cyber-Physical AI Systems for Resource. *Efficient Living,* 49(681).

Wang Y., Li H., Li C. & Zhang D. (2016). Factors affecting hotels' adoption of mobile reservation systems: a technology-organization-environment framework. *Tourism Management*, 53, 163-172.

Weiser M. (1991). The computer for the 21st century. *Scientific american Nature Publishing Group*, 265(3), 94-104.

Westkämper E., Jendoubi L., Eissele M. & Ertl T. (2006). Smart Factory-Bridging the gap between digital planning and reality. *In: Manufacturing Systems,* 35(4), 307-314.

Yen D. C., Wu C. S., Cheng F. F. & Huang Y. W. (2010). Determinants of users' intention to adopt wireless technology: an empirical study by integrating TTF with TAM. *Computers in Human Behavior*, 26(5), 906-915.

Yi-Shun Wang, Hsien-Ta Li, Ci-Rong Li & Chian Wang. (2014). A model for assessing blog-based learning systems success. *Online Information Review*, 38(7), 969-990.

Yoon J. S., Shin S. & Suh S. H. (2012). A conceptual framework for the ubiquitous factory. *Int. J. Prod. Res.*, 50(8), 2174-2189.

Yoram Koren. (2010). *The Global Manufacturing Revolution: Product-Process-Business Integration and Reconfigurable Systems. 1st Edition*, Mass: Wiley.

Zeithaml V. A., Parasuraman A. & Berry L. L. (1985). Problems and strategies in services marketing. *Journal of Marketing*, 49(2), 33-46.

Zhou T., Lu Y. & Wang B. (2010). Integrating TTF and UTAUT to explain mobile banking user adoption. *Computers in Human*

Behavior, 26(4), 760-767.

Zhu K., Kraemer K. L., Xu S. & Dedrick J. (2004). Information technology payoff in e-business environments: an international perspective on value creation of e-business in the financial services industry. *Journal of Management Information Systems*, 21, 17-54.

Zhu Kevin & Kraemer Kenneth L. (2005). Post-adoption Variation in Usage and Value of E-Business by Organizations: Cross-Country Evidence from the Retail Industry. *Information Systems Research*, 16(1), 61-84.

Zuehlke D. (2010). Smart Factory - towards a factory - of - things. *Annu. Rev. Control*, 34(1), 129 - 138.

HANSUNG UNIVERSITY

스마트 공장 관련 설문지

안녕하십니까?
귀하와 귀사의 무궁한 발전을 기원합니다.

본 설문은 “스마트 공장 수용요인 및 성과”를 파악하고 스마트 공장의 활성화 방안 도출 및 정부 정책 제안을 위한 목적으로 실시되는 조사입니다.

귀하의 응답내용은 통계법 제 33조에 의거하여 익명으로 통계처리에만 사용되며, 연구 목적 외에는 절대로 사용되지 않음을 약속드립니다.
귀하께서 응답하신 결과 하나 하나가 연구의 결과에 크게 영향을 미치게 되므로 성심 성의껏 응답하여 주실 것을 부탁드리는 바입니다.

감사합니다.

2018년 6월

연구자 : 박사과정 길형철 (010-****-****)
.....@naver.com

지도교수 : 한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원 유연우

- 스마트 공장이란?

“모든 설비와 전체 밸류 체인이 제조 IT와 연결 및 통합되어 자율적으로 제조 공정이 운영되는 공장으로 고객의 요구에 실시간으로 대응하며 최대의 생산성을 내는 공장”

본 연구에서는 “**기존 현장(자동화설비)의 데이터를 정보화 기술로 상위로 연결하는 것을 목적으로** 자동화 설비 또는 장치를 설치하는 것을 시작 단계로 설정하고, 이를 포함하여 최종적으로 자율형 사이버 물리시스템(CPS) 구축까지의 고도화 하는 모든 진행 과정을 이 스마트 공장의 범위에 포함(스마트 공장 추진단)되는 것으로 합니다.

본 설문에는 정답이 있는 것이 아니므로 설문지를 읽어보시고 귀하의 견해에 해당 되는 항목 번호에 (V)를 표시해 주시기 바랍니다.

1. 귀사에서 생각하는 스마트 공장의 알려진 “상대적 이점” 관련 문항입니다.

설 문 내 용		응 답 란				
		전혀 아니다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	스마트 공장 수용/고도화는 공장 운영의 효율성을 증진시킨다고 알려져 있다.					
2	스마트 공장을 수용하면 의사결정 필요정보를 적시에 확보할 수 있다고 알려져 있다.					
3	스마트 공장을 수용하면 제품품질/설비 효율을 향상시키는 것으로 알려져 있다.					
4	스마트 공장 수용은 새로운 사업 기회 확보 가능성을 높여 주는 것으로 알려져 있다.					

2. 귀사에서 생각하는 스마트 공장의 귀사와의 “적합성” 관련 문항입니다.

설 문 내 용		응 답 란				
		전혀 아니다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	스마트 공장 기술은 기존(IT) 시스템과 잘 호환될 것이라고 생각한다.					
2	스마트 공장 운용 방식은 우리 회사의 업무 처리에 적합할 것이라고 생각한다.					
3	스마트 공장은 우리 회사의 기존 업무에 가치를 더할 것으로 생각한다.					
4	스마트 공장 투자는 우리 회사에 적합한 투자라고 생각한다.					

3. 귀사에서 생각하는 스마트 공장의 “(무형적) 속성” 관련 문항입니다.

설 문 내 용		응 답 란				
		전혀 아니다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	스마트 공장의 상세 내용을 다른 사람에게 설명하는 것은 쉽지 않다.					
2	스마트 공장은 특성 상 물리적 형체가 없어 보는 관점에 따라 다르게 설명될 수 있다.					
3	스마트 공장의 특징에 대해 구체적으로 쉽게 설명하는 것은 쉽지 않다.					
4	스마트 공장의 명확한 이미지를 그리려면 정보가 더 있어야 한다고 생각한다.					

4. 귀사에서 생각하는 스마트 공장 수용 시 “성과예측의 불확실성”관련 문항입니다.

설 문 내 용		응 답 란				
		전혀 아니다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	스마트 공장 솔루션 공급업체가 충분한 정보를 제공하고 있는지 판단하기 어렵다.					
2	수용 시 스마트 공장 솔루션의 구체적인 품질 수준을 미리 판단하기는 쉽지 않다.					
3	스마트 공장 솔루션은 특성상 수용 시 성과 정도의 예측이 불확실한 면이 있다.					
4	스마트 공장 솔루션은 특성상 일정 시간이 지나야 성과의 정도를 알 수 있다.					

5. 귀사 최고 경영진의 “기업가 정신” 관련 문항입니다

설 문 내 용		응 답 란				
		전혀 아니다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	우리 회사 최고 경영진의 경영, 기술 혁신 의지는 매우 확실하다.					
2	우리 회사 최고 경영진은 혁신 과정에서 발생하는 어려움을 잘 참고 인내한다.					
3	우리 회사 최고 경영진은 혁신 과정에서 의사 소통이 매우 활발하다.					
4	우리 회사 최고 경영진은 외부 아이디어와 혁신의 수용성이 매우 높다.					

6. 귀사의 “지식 흡수역량” 관련 문항입니다

설 문 내 용		응 답 란				
		전혀아니다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우그렇다
1	우리 회사는 외부지식확보를 위해 지속적으로 학습활동을 활발히 전개한다.					
2	우리 회사는 외부에서 획득한 지식을 해석(이해)하는 능력이 잘 구축되어 있다.					
3	우리 회사는 확보한 지식을 결합 가공(재해석)하는 능력이 잘 구축되어 있다.					
4	우리 회사는 확보지식을 활용하여 새로운 지식을 창출하는 능력이 잘 구축되어 있다.					

7. 귀사의 “회사 규모”관련 문항입니다

설 문 내 용		응 답 란				
		전혀 아니다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	우리 회사자산은 국내 동종업계에서 많은 편이다					
2	우리 회사매출은 국내 동종업계에서 높은 편이다					
3	우리 회사직원은 국내 동종업계에서 많은 편이다					
4	우리 회사규모는 국내 동종업계에서 큰 편이다.					

8. 귀사의 “재무적 준비성” 관련 문항입니다

설 문 내 용		응 답 란				
		전혀 아니다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	우리 회사는 스마트 공장 수용에 필요한 재무적인 자원을 확보 또는 계획 하고 있다.					
2	우리 회사는 스마트 공장을 위해 일정규모의 투자 예산을 확보하고 있다.					
3	우리 회사는 필요하다면 다른 투자 자원을 돌려서 스마트 공장 구축에 활용할 수 있다.					
4	우리 회사는 스마트 공장 구축 자금 부족 시 외부에서 조달할 수 있다.					

9. 귀사의 “경쟁 환경” 관련 문항입니다

설 문 내 용		응 답 란				
		전혀 아니다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	우리 회사가 스마트 공장을 수용하면 경쟁사 에 비해 경쟁우위를 확보할 수 있다.					
2	경쟁사가 스마트 공장을 수용하면, 우리 회사의 경쟁력은 영향을 받을 것이다					
3	회사 간 경쟁이 심해지고 있으며, 일부 경쟁 회사는 스마트 공장을 이미 운용하고 있다.					
4	우리 회사는 고객/거래 선으로부터 스마트 공장 구축을 요구받고 있다.					

10. 스마트 공장 관련 “정부의 지원” 관련 문항입니다

설 문 내 용		응 답 란				
		전혀 아니다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	우리 회사는 스마트 공장 추진단 등을 통해 정부 지원을 받을 수 있다.					
2	스마트 공장 확산을 위해 정부는 다양한 지원 정책을 펴고 있다.					
3	스마트 공장의 확산이 정부의 중요한 정책 중의 하나라고 생각한다.					
4	스마트 공장 확산에 대한 정부의 정책은 구체적이고 안정적이라 생각한다.					

11. 스마트 공장 지원제도의 “코디네이터/컨설턴트 지원” 관련 문항입니다.

설 문 내 용		응 답 란				
		전혀 아니다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	코디네이터/컨설턴트/외부전문가는 스마트 공장 구축을 위한 검토에 도움이 된다고 생각한다.					
2	코디네이터/컨설턴트/외부전문가는 스마트 공장의 정부 지원을 받는데 도움이 된다고 생각한다.					
3	코디네이터/컨설턴트/외부전문가는 스마트 공장 구축에 직/간접적으로 도움이 된다고 생각한다.					

12. 스마트 공장 관련 “수용/고도화로의 확장” 관련 문항입니다

설 문 내 용		응 답 란				
		전혀 아니다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	우리 회사는 스마트 공장을 활용하고 있다. (또는 수용/고도화할 의지가 있다)					
2	우리 회사는 스마트 공장의 수용/고도화 후 계속해서 공장의 수준을 높일 의지가 있다.					
3	우리 회사는 스마트 공장을 수용/고도화 투자 집행할 것이다.(또는 투자 계획이 있다)					
4	우리 회사는 스마트 공장을 주요 전략 수단의 하나로 인지하고 있다.					

13. 스마트 공장의 만족도 관련 문항입니다.

설 문 내 용		응 답 란				
		전혀 아니다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	스마트 공장의 의사 결정을 위한 정보 제공에 만족하는 편이다. (만족할 것으로 생각한다)					
2	스마트 공장 구축과정/프로세스에 대하여 만족하는 편이다.(만족할 것으로 생각한다)					
3	스마트 공장이 제공하는 서비스에 대해서 만족하는 편이다.(만족할 것으로 생각한다)					
4	스마트 공장에 대해 전반적으로 만족하는 편이다.(만족할 것으로 생각한다)					

14. 스마트 공장의 순 편익관련 문항입니다.

설 문 내 용		응 답 란				
		전혀 아니다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	스마트 공장 수용에 따라 매출 또는 이익이 늘어날 것이다. (또는 늘고 있다)					
2	스마트 공장 수용으로 모든 업무처리의 효율성이 향상될 것이다. (또는 향상되고 있다)					
3	스마트 공장 수용에 따라 업무 속도가 빨라 질 것이다. (또는 빨라지고 있다)					
4	스마트 공장 수용에 따라 생산성이 향상될 것이다. (또는 향상되고 있다)					

15. 귀하 및 귀사의 일반사항 입니다. 해당하는 문항에 V 표시해 주십시오.

1) 귀사의 업종은 어떻게 되십니까?
① 전자/반도체 ② 자동차(부품) ③ 기계 및 장비 ④ 철강 금속 ⑤ 화학 ⑥ 전기기계 ⑦ 정밀기기 ⑧ 섬유 ⑨ 기타 ( )

2) 현재 귀사의 스마트 공장 추진 단계 수준은 어디에 해당합니까?
① ICT 미적용 ② 기초 ③ 중간1 ④ 중간2 ⑤ 고도화

단계	내용
기초	기초적 ICT를 활용한 정보수집 및 이를 활용한 생산관리 구현 (기업의 81.2%)
중간1	다양한 ICT를 활용한 설비정보 자동 획득, 협력사와 고신뢰성 정보를 공유하여 기업운영 자동화 지향 (기업의 16.2%)
중간2	협력사와 공급사슬/엔지니링 정보공유, 제어자동화 기반 공정운영 최적화, 실시간 의사결정 (기업의 2.6%)
고도화	사물/서비스/비즈니스/모듈 간 실시간 대화체제 구축, 사이버공간 상에서 비즈니스 실현

3) 귀사에서 수용 된(하려는) 스마트 공장 수용 분야는 어디입니까?(복수 응답 가능)
① 현장(설비) 자동화 ② 공장/공정 운영(모니터링, MES 등) ③ 품질관리 ④ 설비보전⑤ 기업자원관리(ERP 등) ⑥제품개발(PLM 등) ⑦공급사슬관리(SCM 등) ⑧기타( )

4) 귀사의 가장 중요한 고객은 아래 어디에 해당됩니까?
① 일반소비자(B to C) ② 기업고객(B to B) ③대기업하청 ④ 정부/공공기관

5) 귀사에서 스마트 공장을 구축 하는 자금의 확보 방법은
① 정부지원 자금 활용 ② 민간 지원 (대기업 협력 등) ③ 기업 독자 자금 ④ 대출 등 외부자금 ⑤ 기타( )

6) 귀사의 매출액 규모는 어느 정도 입니까?
① 100억 미만 ② 100~300억 ③ 301~500억 ④ 501~1000억 ⑤ 1001~2000억 ⑥ 2001억~5000억 ⑦ 5000억~1조 ⑧ 1조 이상

7) 귀사의 인력 규모는 어느 정도 입니까?
① 50명 이하 ② 50~100명 이하 ③ 100~500명 이하 ④ 501~1000명 이하 ⑤ 1001~3000명 이하 ⑥ 3000명 이상

[장시간 설문에 응해주셔서 진심으로 감사드립니다.]

ABSTRACT

An Empirical Study on Adoption Factor and Performance Analysis of Smart Factory through Technical Acceptance Model
- Focusing on TOE and IS Sucess Model -

Gil, Hyeong-Cheol

Major in Management Consulting

Dept. of Knowledge Service & Consulting

The Graduate School

Hansung University

The industrial paradigm has been rapidly changed along with the introduction of the fourth industrial revolution era. One of core key words which lead the fourth industrial revolution era is the smart factory, from the perspective of the manufacturing industry. In the environment that has been drastically modified, manufacturers face common tasks, such as lack of labors, succession of old engineers' skills, copping with the demand for multi-items/low volume production, shortening of deadline, reduction of cost and management of quality and recognize that the solution of them is the smart factory. Different from large companies which make active efforts to accept it, however, medium and small manufacturing firms cannot accept the smart factory, as successful as expected, due to industrial-structural problems, companies' own

vulnerable factors and lack of professional personnel.

Therefore, this study was conducted to suggest effective acceptance measures to medium and small manufacturing firms which consider the acceptance of the smart factory and give political suggestions to the government and related agencies, which establish and practice policies for extending the smart factory, and consequently extend the acceptance of the smart factory, based on results of an empirical research examining what directors in the field of manufacturing industry think about the acceptance of it, through structural equation modeling, an empirical examination and a statistical analysis, based on the TOE(Technology, Organization, Environment) framework and the IS(Information System) success model

The findings can be summarized as follows:

First, relative advantage, financial readiness and government regulation have positive effects on intention to use/use of the smart factory.

Second, uncertainty of achievement after the acceptance of the smart factory has a negative effect on the satisfaction with it.

Third, absorptive capacity, competing environment, government regulation and consulting supporting have positive effects on the satisfaction with it.

Fourth, intention to use/use of the smart factory has a positive effect on the net benefit.

Fifth, the higher the satisfaction with the smart factory, the higher the net benefit.

The results of an multiple group path analysis which was conducted by dividing manufacturing firms into one group that actually accepted and slightly experienced the smart factory and the other group that does not, show that variables affecting the intention to use/use of the smart factory and the satisfaction with it are difference between two groups, so countermeasures against them also should be varied.

Therefore, this study attempts to suggest the findings as follows:
It may be desirable for companies which start the smart factory, especially medium and small companies, to find acutest parts and achieve a little success, with an external help, such as consulting and feel the advantages and actual effective values of the smart factory solution, and therefore, enhance the level of the smart factory, in order to achieve final objectives. In the process, the use of governmental funds may be an effective measure to reduce payback periods.

Following suggestions can be summarized for governmental policy makers:
First, the government regulation is important, as shown in this study, so it should be continued. In addition, it is found that medium and small companies' understanding of the smart factory is low, and the absorption capacity which ability to accept new technology is also important to increase the satisfaction with the smart factory. Thus, it seems to be difficult to accept a sound smart factory, if companies cannot secure at least understanding and technical skills. A measure to solve this problem is to strengthen their capability through consultation and support from external experts such as consultants, by asking them to establish a long-term road map, through a honest discussion with medium and small firms, in order to be able to make an proper investment and accomplish the technical development, according to the life cycles of the companies. This study also suggests that it may be desirable to establish the support system for model factory, through which capacity-building for and acceptance expansion of the smart factory can be continuously support adjusted for the life cycles of companies, by selecting superior medium and small companies.

Key Words : Intention to use/use of the smart factory, TOE framework,

Information System success model, relative advantage, financial readiness, absorptive capacity, competing environment, government regulation, consulting supporting

HANSUNG UNIVERSITY