

박사학위논문

빅데이터기반 중소제조기업의 스마트
팩토리 수용의도와 경영성과에 관한
실증연구

2020년

한 성 대 학 교 대 학 원

지식서비스&컨설팅학과

매니지먼트컨설팅전공

김 상 문

박 사 학 위 논 문
지도교수 유연우

빅데이터기반 중소제조기업의 스마트 팩토리 수용의도와 경영성과에 관한 실증연구

An Empirical Study on the Smart Factory Acceptance
Intension and Management Performance of Big Data-based
Small and Medium Sized Manufacturing Companies

2019년 12월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

지식서비스&컨설팅학과

매니지먼트컨설팅전공

김 상 문

박 사 학 위 논 문
지도교수 유연우

빅데이터기반 중소기업의 스마트
팩토리 수용의도와 경영성과에 관한
실증연구

An Empirical Study on the Smart Factory Acceptance
Intension and Management Performance of Big Data-based
Small and Medium Sized Manufacturing Companies

위 논문을 컨설팅학 박사학위논문으로 제출함

2019년 12월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

지식서비스&컨설팅학과

매니지먼트컨설팅전공

김 상 문

김상문의 컨설팅학 박사학위 논문을 인준함

2019년 12월 일

심사위원장 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

국 문 초 록

빅데이터기반 중소제조기업의 스마트 팩토리 수용의도와 경영성과에 관한 실증연구

한 성 대 학 교 대 학 원

지식서비스&컨설팅학과

매니지먼트컨설팅전공

김 상 문

경영환경의 변화와 ICT를 기반으로 하는 산업의 급격한 발전은 중소 제조기업에도 변화와 혁신을 요구하고 있다. 출산을 감소에 따른 노동인구의 감소, 고객의 다양한 니즈, 원재료 가격 상승 등으로 중소제조기업은 새로운 제조방법을 통해 생존의 길을 모색해야 하는 상황에 직면해 있다. 이에 대한 해결 방안 중 하나가 스마트 팩토리다. 스마트 팩토리는 기존 제조 설비에 ICT를 접목하여 제조공정이 자동화되고 생산과정에서 발생하는 다양한 데이터가 분석되어 재고관리, 품질관리, 제품 출하, 유통, 판매 등 생산에서 판매까지 제조공정 전체가 스마트하게 가동되고 이와 관련하여 생성된 데이터는 분석을 통해 제품의 판매와 서비스까지 영향을 미쳐 제품의 전 생애 동안 관리가 되는 생산시스템이다.

스마트 팩토리는 기계의 자동화, 설비의 연결화 그리고 생산과정에서 발생하는 빅데이터 분석 시스템을 기본요소로 갖추어야 한다. 생산설비의 자동

화와 연결화는 자동화 설비, IoT, CPS, RFID 등을 통해 이루어지고 하나의 조합으로 분류가 가능하다. 빅데이터 분석 시스템은 생산 및 공정 전반에서 발생하는 재고 데이터, 불량 데이터, 생산량 데이터, 출하주기, 기계의 예방정비와 관련한 데이터 등 방대한 양의 데이터를 실시간으로 분석하여 공정관리, 재고관리, 품질관리, 설비관리 등에 대한 문제를 진단하여 공장 스스로 문제를 해결하게 해준다.

본 연구는 우리나라 중소기업의 스마트 팩토리 도입에 대한 전략적 인식과 환경요인을 분석하여 이들이 스마트 팩토리 도입의도와 지속의도에 미치는 영향 관계를 파악하고, 또한 이들이 경영성과에 미치는 영향을 알아보기 위해 실증분석을 실시한 것이다. 연구 모형은 기술수용모형(TAM)을 기반으로 Elizabeth & Michael모형을 참고하여 전략적 가치 인식과 환경요인에 해당하는 설명변수를 도출하였다. 전략적 가치 인식은 생산·운영 요인, 경영생산성 요인, 의사결정 요인으로 구성하였다. 환경요인은 스마트 팩토리 수용의도에 영향을 미치는 대표역량, 회사 조직역량 등 내부적 요인과 정부 기관 등 외부 기관의 금융지원, 임직원 교육 등 외부지원으로 구성하였다. 스마트 팩토리 수용의도는 도입의도와 도입된 스마트 팩토리를 고도화하여 계속 사용하려는 지속의도로 구성하였다. 경영성과는 스마트 팩토리 도입 및 지속사용으로 얻게 되는 경영상의 여러 가지 성과 중 비재무적 성과로 구성하였다. 연구 모형은 전략적 가치 인식 및 환경요인을 설명변수로 스마트 팩토리 수용의도는 반응 및 매개변수로 경영성과는 반응변수로 설정하여 연구 모형을 구성 하였다. 또한, 정부에서 중소기업지원을 위해 법적으로 구분한 창업기업과 비창업기업, 기업의 성장단계, 스마트 팩토리 구축단계별로 설문 문항을 비교·분석하였다. 창업기업은 설립 후 7년 이내 기업을 말하고, 비창업기업은 7년 초과 기업을 말한다. 기업의 성장단계는 설립 후 7년 이내 기업을 창업단계, 7년 초과 15년 이내 기업을 성장단계, 15년 초과기업을 성숙단계로 구분하였다. 구축단계는 스마트 팩토리 도입 정도에 따라 기초1단계, 기초2단계, 중간1단계, 중간2단계 그리고 고도화단계로 구분하였다.

분석 자료는 2018년 말 기준 우리나라 금융공기업의 신용보증을 이용하는 중소기업업을 모집단으로 하였다. 표본추출은 기업의 규모와 관련이 많

은 업력을 바탕으로 창업·비창업기업으로 층화한 후 각 층별 모집단수에 비례하여 표본을 추출하는 층화비례표집 방식을 사용하였다. 또한 지역과 업종에 비례하여 특정 지역이나 업종이 표본에 다수 선택되지 않도록 설계하였다. 설문조사는 약 2개월에 걸쳐 실시하여 유효한 표본 450개를 추출하였다. 이들 기업에 대한 재무상태표, 손익계산서, 제조원가명세서 등 재무제표 대상으로 성장성, 수익성, 안정성, 활동성, 생산성 범주에 해당하는 재무비율을 계산하여 특성을 분석하였다.

표본에 대한 신뢰성 및 타당성 검정을 실시하였고, 모형에 대한 적합성 기준을 충족한 모형으로 구조방정식모형(SEM)을 통해 가설검정을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 생산·운영 요인의 공장자동화 및 빅데이터 분석은 스마트 팩토리 수용의도에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 둘째, 경영 생산성 요인의 신사업 생산성과 프로세스 개선은 스마트 팩토리 수용의도에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 셋째, 의사결정 요인의 컨설팅컨트랙트역량과 컨설팅만족은 스마트 팩토리 수용의도에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 그러나 컨설팅트랙트역량은 스마트 팩토리 지속의도에 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 넷째, 환경요인의 대표역량, 외부지원, 조직역량은 스마트 팩토리 수용의도에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 다섯째, 스마트 팩토리 도입의도는 경영성과에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났고, 지속의도 역시 경영성과에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

스마트 팩토리 수용의도의 매개효과 검정 결과, 신사업 생산성, 컨설팅만족, 대표역량, 조직역량 변수에 대해 도입의도가 매개 작용을 하는 것으로 나타났다. 공장자동화, 대표역량, 조직역량 변수에 대해 지속의도가 매개 작용을 하는 것으로 나타났다. 기업 성장단계의 조절효과 검정 결과, 환경요인과 스마트 팩토리 도입의도 그리고 경영성과 사이의 관계에 대하여 조절작용을 하는 것으로 확인되었다. 이들에 대한 다중집단비교분석(MSEM)을 실시하여 성장단계별 가설검정을 실시한 결과 창업단계는 대표역량, 외부지원이 도입의도에 유의한 영향을 미치고, 도입의도는 비재무성과에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 성장단계는 외부지원, 조직역량이 도입의도에 유의

한 영향을 미치고, 도입의도는 비재무성과에 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 성숙단계는 대표역량, 외부지원, 조직역량 등 모든 설명변수가 도입의도에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났고, 도입의도는 비재무성과에 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

한편, 본 연구는 450개 기업에 대한 설문자료에 대하여 창업·비창업기업, 성장단계, 스마트 팩토리 구축단계별 집단에 대한 특성을 비교·분석하였다. 3가지 기업 특성에 따라 각 집단별 평균과 표준편차 등 기술통계 분석을 실시하고, T 검정과 ANOVA 검정을 통해 집단 사이의 차이를 확인하였다. 창업·비창업기업에 대한 집단 차이의 T 검정 결과 6개의 설문 문항에 대하여 집단별 차이가 유의한 것으로 나타났다. 성장단계에 대한 ANOVA 검정 결과 15개의 설문 문항에 대하여 집단별 차이가 유의한 것으로 확인되었다. 스마트 팩토리 구축단계별 집단 차이에 대한 ANOVA 검정 결과 30개의 설문 문항에 대하여 집단별 차이가 유의한 것으로 나타났다.

본 연구는 위와 같은 실증분석을 통해서 다음과 같은 이론 및 정책적 시사점을 도출할 수 있다. 이론적 시사점으로는 첫째, 스마트 팩토리 수용의도 및 경영성과에 영향을 미치는 영향요인으로 전략적 가치 인식과 환경요인과 관련한 설명변수를 도출하고, 이들이 스마트 팩토리 수용의도 및 경영성과에 미치는 영향 관계를 실증분석 하였다. 둘째, 스마트 팩토리 수요의도에 영향을 주는 설명변수와 반응변수, 매개변수 그리고 조절변수를 정의하고 신뢰성과 타당성 검정을 통해 확정된 측정항목을 제시하였다. 셋째, 기업의 성장단계를 업력에 따라 창업단계, 성장단계, 성숙단계로 구분하고 설문자료와 재무비율에 따른 특성을 비교·분석하였고, 집단별 차이를 ANOVA 검정을 통해 제시하여 기업의 성장단계에 대한 이론적 근거를 제시하였다.

실무적 시사점으로는, 중소제조기업이 스마트 팩토리 구축과 관련하여 고려해야 할 요인들을 실증적 검정을 통해 제시하였다. 둘째, 스마트 팩토리 수용의도에 영향을 미치는 전략적 가치 인식과 환경요인의 영향 관계를 규명하고, 신뢰성과 타당성이 확보된 측정항목을 제시하여 정부의 중소기업 지원에 대한 가이드라인을 제시하였다. 셋째, 설명변수가 경영성과에 미치는 영향에 대하여 매개효과를 제시하여 스마트 팩토리 도입에 대한 의사결정에 실무

적인 방향을 제시하였다. 넷째, 기업 성장단계별 집단이 환경요인과 스마트 팩토리 도입의지 및 비재무성과에 미치는 영향에 대해 조절효과 검정으로 대표역량 및 외부지원 그리고 조직역량이 스마트 팩토리 도입의도에 영향을 미치는 중요한 요인이라는 것을 확인하였다.

위와 같은 이론 및 정책적 시사점이 존재하지만 본 연구는 다음과 같은 한계점도 있다. 본 연구는 스마트 팩토리를 도입한 기업만을 대상으로 연구를 하였기 때문에 스마트 팩토리 도입을 하지 않은 기업에 대한 비교 연구가 되지 못했다. 또한 스마트 팩토리 도입은 지방정부의 지원 차이와 지역 산업 특성에 따라 차이가 있을 수 있지만 이에 대한 연구가 이루어지지 못했다. 그리고 연구 대상기업이 재무적 성과를 측정하기에 그 대상 수가 제한적이어서 적용이나 일반화에 한계가 있다. 이러한 연구의 한계성에 대해 향후 스마트 팩토리 미 도입기업에 대한 연구와 스마트 팩토리 구축과 관련한 재무적 특성을 반영하기 위해 보다 많은 자료를 바탕으로 재무효과를 분석할 필요가 있다. 그리고 스마트 팩토리 도입에 대해 지역적 특성, 업종별 특성에 대한 연구도 중소기업 지원 정책을 위해 필요할 것으로 예상된다.

【주요어】 스마트 팩토리, 빅데이터 분석, 전략적 가치 인식, 컨설턴트역량, 컨설팅만족, 대표역량, 조직역량, 외부지원, 스마트 팩토리 수용도, 스마트 팩토리 추진단계, 경영성과, 비재무성과, 성장단계

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구 배경 및 목적	1
1) 연구 배경	1
2) 연구 목적	3
제 2 절 연구의 구성	5
제 2 장 이론적 배경 및 선행연구	7
제 1 절 스마트 팩토리	7
1) 스마트 팩토리 정의 및 현황	7
2) 스마트 팩토리 구축 환경	14
3) 선행연구 정리	16
제 2 절 빅데이터	19
1) 빅데이터 정의 및 현황	19
2) 스마트 팩토리와의 관계	24
3) 선행연구 정리	30
제 3 절 기술수용모형	33
1) 기술수용모형 정의	33
2) Elizabeth & Michael모형	36
3) 선행연구 정리	37
제 4 절 전략적 가치 인식과 환경요인	40
1) 전략적 가치 인식	40
2) 환경요인	49
3) 선행연구 정리	54
제 5 절 스마트 팩토리 수용의도와 경영성과	58
1) 수용의도	58
2) 경영성과	61
3) 기업 성장단계	65
4) 선행연구 정리	68

제 6 절 선행연구의 시사점	70
제 3 장 연구 모형 및 설계	74
제 1 절 연구 모형	74
제 2 절 연구 가설	78
1) 직접효과 관련 가설	78
2) 매개효과 관련 가설	82
3) 조절효과 관련 가설	84
제 3 절 연구 설계	87
1) 모집단 정의와 표본 선정	87
2) 표본선정 및 자료 수집	93
3) 변수의 조작적 정의 및 설문지 구성	95
4) 자료 분석 방법	102
제 4 장 실증분석	105
제 1 절 표본기업 특성 분석	105
1) 기술통계 분석	105
2) 창업·비창업기업 특성 및 집단 비교	112
3) 기업 성장단계 특성 및 집단 비교	120
4) 스마트 팩토리 구축단계 특성 및 집단 비교	129
제 2 절 요인분석 및 측정모형 분석	141
1) 탐색적 요인분석 및 신뢰도 검정	141
2) 확인적 요인분석	150
3) 측정모형 분석	163
제 3 절 연구가설 검정	167
1) 가설검정	167
2) 가설검정 결과 요약	182
제 5 장 결 론	186
제 1 절 연구결과 및 시사점	186
1) 연구결과	186

2) 시사점	189
제 2 절 연구의 한계 및 향후 방향	191
참고문헌	193
부 록	212
ABSTRACT	218

표 목 차

[표 2 - 1] 주요 국가별 스마트 팩토리 추진 현황	10
[표 2 - 2] 2019년 스마트 팩토리 보급 및 확산 사업 현황	13
[표 2 - 3] 국내 스마트 팩토리 시장 규모	16
[표 2 - 4] 스마트 팩토리 관련 선행연구 요약	17
[표 2 - 5] 기존 데이터와 빅데이터의 비교	19
[표 2 - 6] 빅데이터 요소기술에 대한 설명	21
[표 2 - 7] 구현 방식에 따른 빅데이터 기술 분류	22
[표 2 - 8] 제조업 관련 빅데이터 기술	28
[표 2 - 9] 빅데이터 관련 선행연구 요약	31
[표 2-10] 기술수용모형 요약	35
[표 2-11] 기술수용모형 관련 선행연구 요약	38
[표 2-12] 기업가 정신의 구성요소	50
[표 2-13] 전략적 가치 인식 및 환경요인 관련 선행연구 요약	54
[표 2-14] 범주별 주요 재무비율 현황	62
[표 2-15] 스마트 팩토리 구축에 따른 비재무적 기대성과	63
[표 2-16] 기업 성장단계 분류	67
[표 2-17] 수용의도 및 경영성과 관련 선행연구 요약	68
[표 3 - 1] 연도별 우리나라 전체 중소기업 현황	88
[표 3 - 2] 신용보증기금 거래기업 현황	89
[표 3 - 3] 지역 및 창업여부에 따른 모집단 현황	89
[표 3 - 4] 업종 및 창업여부에 따른 모집단 현황	91
[표 3 - 5] 지역 및 창업여부에 따른 표본 현황	93
[표 3 - 6] 생산·운영 요인 변수의 조작적 정의	96
[표 3 - 7] 경영 생산성 요인 변수의 조작적 정의	96
[표 3 - 8] 의사결정 요인 변수의 조작적 정의	97
[표 3 - 9] 환경요인 관련 변수의 조작적 정의	98

[표 3-10] 수용의도 요인 관련 변수의 조작적 정의	100
[표 3-11] 경영성과 요인 관련 변수의 조작적 정의	100
[표 3-12] 설문 문항의 변수 및 코드 현황	101
[표 4 - 1] 표본기업의 일반현황	106
[표 4 - 2] 전략적 가치 인식 관련 요인의 기술통계	107
[표 4 - 3] 환경요인, 수용의도 및 경영성과 요인의 기술통계	109
[표 4 - 4] 재무비율에 대한 기술통계	111
[표 4 - 5] 생산·운영 요인의 창업·비창업기업 기술통계 비교	113
[표 4 - 6] 경영생산 요인의 창업·비창업기업 기술통계 비교	114
[표 4 - 7] 의사결정 요인의 창업·비창업기업 기술통계 비교	115
[표 4 - 8] 환경요인의 창업·비창업기업 기술통계 비교	117
[표 4 - 9] 수용의도 및 경영성과 요인의 창업·비창업기업 기술통계 비교 ...	118
[표 4-10] 창업·비창업기업의 T 검정 결과	120
[표 4-11] 생산·운영 요인의 성장단계별 기술통계 비교	121
[표 4-12] 경영 생산성 요인의 성장단계별 기술통계 비교	122
[표 4-13] 의사결정 요인의 성장단계별 기술통계 비교	123
[표 4-14] 환경요인의 성장단계별 기술통계 비교	124
[표 4-15] 수용의도 요인의 성장단계별 기술통계 비교	125
[표 4-16] 경영성과 요인의 성장단계별 기술통계 비교	125
[표 4-17] 성장단계별 ANOVA 검정 결과	126
[표 4-18] 기업 성장단계별 다중비교 검정 결과	128
[표 4-19] 스마트 팩토리 수준별 정의	129
[표 4-20] 스마트 팩토리 추진단계별 수준 정의	130
[표 4-21] 스마트 팩토리 추진단계별 현황	131
[표 4-22] 생산·운영 요인의 구축단계별 기술통계 비교	132
[표 4-23] 경영생산 요인의 구축단계별 기술통계 비교	133
[표 4-24] 의사결정 요인의 구축단계별 기술통계 비교	133
[표 4-25] 환경요인의 구축단계별 기술통계 비교	134
[표 4-26] 수용의도 요인의 구축단계별 기술통계 비교	136

[표 4-27] 경영성과 요인의 구축단계별 기술통계 비교	137
[표 4-28] 구축단계별 ANOVA 검정 결과	137
[표 4-29] 구축단계별 다중비교 검정 결과	138
[표 4-30] 기업 특성별 집단 차이 가설검정 결과	140
[표 4-31] 탐색적 요인분석 결과	142
[표 4-32] 전략적 가치 인식에 대한 탐색적 요인분석 결과	143
[표 4-33] 환경요인에 대한 탐색적 요인분석 결과	144
[표 4-34] 반응변수에 대한 탐색적 요인분석 결과	145
[표 4-35] 관측변수의 상관계수 현황	147
[표 4-36] 신뢰도 검정 결과	148
[표 4-37] 동일방법편의 확인을 위한 주성분분석 결과	149
[표 4-38] 확인적 요인분석 적합도 판단기준	151
[표 4-39] 생산·운영 요인의 확인적 요인분석 결과	154
[표 4-40] 경영 생산성 요인의 최초 확인적 요인분석 결과	155
[표 4-41] 경영 생산성 요인의 최종 확인적 요인분석 결과	156
[표 4-42] 의사결정 요인의 확인적 요인분석 결과	157
[표 4-43] 환경요인의 최초 확인적 요인분석 결과	159
[표 4-44] 환경요인의 최종 확인적 요인분석 결과	160
[표 4-45] 설명변수에 대한 판별 타당성 분석	161
[표 4-46] 수용의도 및 경영성과 요인의 확인적 요인분석 결과	162
[표 4-47] 내생변수 판별 타당성 분석	163
[표 4-48] 측정모형의 적합도 판단기준	164
[표 4-49] 최초 선택된 측정모형 분석 결과	165
[표 4-50] 관측변수 제거 및 적합도 지수 변화	166
[표 4-51] 구조모형의 적합도 평가 결과	167
[표 4-52] 생산·운영 요인과 수용의도에 대한 가설검정 결과	168
[표 4-53] 경영 생산성 요인과 수용의도에 대한 가설검정 결과	170
[표 4-54] 의사결정 요인과 수용의도에 대한 가설검정 결과	171
[표 4-55] 환경요인과 수용의도에 대한 가설검정 결과	171

[표 4-56] 수용의도 요인과 경영성과에 대한 가설검정 결과	173
[표 4-57] 도입의도의 매개효과 검정 결과	175
[표 4-58] 지속의도의 매개효과 검정 결과	175
[표 4-59] 기업 성장단계에 대한 측정동일성 검정 결과	178
[표 4-60] 기업 성장단계의 조절효과 검정 결과	179
[표 4-61] 창업단계의 MSEM 검정 결과	180
[표 4-62] 성장단계의 MSEM 검정 결과	180
[표 4-63] 성숙단계의 MSEM 검정 결과	181
[표 4-64] 직접효과 가설검정 결과 요약	183
[표 4-65] 매개효과 가설검정 결과 요약	184
[표 4-66] MSEM 검정 결과 요약	185

그 립 목 차

[그림 2-1] 빅데이터의 4V1C 특징	20
[그림 2-2] 미래 제조업 운영 및 관리를 이끌 핵심요소	26
[그림 2-3] 빅데이터 시장 규모	27
[그림 2-4] 기술수용 모형의 발전과정	34
[그림 2-5] 스마트 팩토리의 공장자동화, 빅데이터, 초연결화의 상관관계	42
[그림 2-6] 빅데이터를 활용한 새로운 비즈니스 모델 창출 과정	43
[그림 2-7] 빅데이터 수용의도에 영향을 미치는 영향요인 연구	70
[그림 2-8] 스마트 팩토리 수용요인과 성과분석 연구	71
[그림 2-9] 스마트 팩토리 구축의지와 실행에 관한 연구	72
[그림 2-10] 스마트 팩토리 지속사용의도와 전환의도에 관한 연구	72
[그림 3-1] 연구 모형	76
[그림 3-2] 관측변수를 포함한 연구 모형	77
[그림 3-3] 지역별 모집단 현황	90
[그림 3-4] 주요 업종별 표본 현황	95
[그림 4-1] Scree Plot과 성분에 의해 설명된 분석 비율	150
[그림 4-2] 창업여부에 의한 조절모형	177

제 1 장 서 론

제 1 절 연구 배경 및 목적

1) 연구 배경

2008년 글로벌 금융위기 이후 세계 제조업 환경은 고령화, 출산을 하락에 따른 노동인구의 감소, 원자재비용, 인건비 등 생산원가 상승으로 장기적인 경기 침체와 성장의 한계에 봉착하였다. 또한 1인 가구의 증가 및 빠른 IT제품의 수명 주기는 고객의 수요를 빠르고 다양하게 만들고 있다. 이런 환경의 변화 속에서 제조업을 영위하는 기업은 높은 수준의 품질과 생산의 효율성을 확보해야 생존이 가능한 시대 상황에 직면하게 되었다(구본진 외, 2018). 이와 같은 제조 환경의 변화는 4차 산업혁명이라는 산업의 패러다임 변화로 확대되고 이런 변화를 선도할 핵심기술로 기존 제조설비에 ICT 기술을 접목한 스마트 팩토리가 부상하고 있다. 4차 산업혁명은 기존의 산업체계에 Sensor 기술, IoT(Internet Of Things), Cloud Computing, Big Data 등으로 대표되는 ICT가 융합된 기술의 혁명이다(변종대, 2016).

스마트 팩토리의 필요성은 제조회장의 변화, 가치 창출의 변화 그리고 ICT 기술의 발달 측면에서 접근할 수 있다. 제조회장 변화 측면은 스마트 팩토리가 도입된 배경의 하나인 제조업을 영위하는 기업의 부가가치 하락, 노동력 가치상승, 출산을 감소에 따른 노동인구 부족 등의 원인으로 글로벌 생산기지가 유럽, 미국에서 중국, 인도, 베트남 등 신흥 개발도상국으로 이전한 점이다. 선진국은 출산을 저하 및 제조업 기피 등으로 제조업 노동인구가 줄어드는 반면 신흥 개발도상국의 제조업 생산 인구는 지속적해서 증가하고 있다(서창성, 2016). 정보와 문화의 확산으로 저임금의 제조업 기피와 서비스업 선호의 산업구조 변화와 서비스업 중심의 경제구조로 변화함에 따라 제조업의 선호도가 점점 낮아지고 있다(소병업, 2018). 제조업 노동가치의 정체로 선진국 제조업체는 산업경쟁력 확보를 위해 값싼 노동력을 찾아 개발도

상국으로 이전해감에 따라 선진국의 제조업 공동화 현상이 가속화되고 있다.

가치창출 변화 측면은 저렴한 인건비, 제조 단가의 최적화 등을 강점으로 제조 경쟁력을 강화하는 개발도상국에 대항하여, 선진국에서는 고급기술 개발, 지식재산권 판매, 서비스 연계 등의 고부가가치 제조 기술을 제조업에 접목해 제조업 경쟁력을 강화하고 있다. 그리고 기존 제조 강국은 개발도상국과 생산성 및 기술력의 차이를 이용하여 지식재산권과 기술 서비스의 융합을 강화하여 기술 서비스 수출에 집중하고 있다. 글로벌 제조거점의 확대로 낮은 인건비에 의존한 제조업은 갈수록 시장경쟁이 치열해지고 있으며, 중국의 예와 같이 소비문화의 확산과 인건비의 증가 등으로 지속가능한 성장 동력의 한계가 나타나고 있다(서창성, 2016).

ICT 기술 발달 측면은 최근 ICT의 급속한 발전에 따라 전 세계를 아우르는 제조 협력, 고객과의 직접적인 연결, 부가가치의 공동 생성 및 공유가 이루어지고 있으며, 정보 처리 및 제어 기술의 발달로 다양한 제품들을 쉽게 제작하는 것이 가능해졌다(한국정보산업연합회, 2015). 고객의 니즈가 다양해지고 이를 만족시키기 위해 다양한 제품을 제조할 수 있는 제조방식의 변화가 요구되고 있다. 이를 위해 4차 산업혁명의 핵심 기술인 빅데이터 분석, 클라우드 컴퓨팅 등 정보 네트워크 및 정보처리기술의 발달로 제조업에 대한 효율 극대화가 가능한 제품 서비스의 일체화, 생산 시스템의 재구성 등의 변화가 일어나고 있다. 한국정보산업연합회(2015) 자료에 의하면, 온라인상의 정보를 활용하여 과거 기업이 수행하던 제조를 3D 프린터를 이용하여 개인이 직접 수행할 수 있게 되었고, B2C 비즈니스로 개별 소비자 원하는 제품을 생산할 수 있게 되었다. 새로운 개념의 서비스를 제공함에 따라 서비스와 제품 제조업이 상호 협력하여 부가가치를 높이고, 공유하는 구조적 변화가 이루어지고 있다.

오늘날 스마트 팩토리란 용어를 가장 먼저 사용하고, 제조 현장에 도입한 세계적인 제조 강국인 독일을 비롯하여 제조업이 발달한 한국, EU, 미국, 중국, 일본 등의 나라를 중심으로 스마트 팩토리가 도입 및 확산하고 있으며 대기업을 중심으로 고도화 단계로 진화하고 있다(배병축, 2017). 스마트 팩토리를 구축하게 되면 회사 전반에 걸쳐 다양한 성과를 기대할 수 있다.

‘스마트 제조혁신 추진단’(구. ‘민간합동 스마트 팩토리 추진단’)에 따르면, 스마트 팩토리 도입으로 생산성 향상 30%, 품질향상 43.5%, 원가절감 15.9% 그리고 납기준수 향상 15.5% 등의 공정개선 성과가 있고, 매출액 증가 7.7%, 고용증가 3.0명 그리고 산업재해감소율 18.3% 등의 경영개선 효과가 있다고 한다. 이와 같은 제조환경의 변화와 공정개선 및 경영개선 효과를 달성할 수 있음에도 불구하고 중소기업은 스마트 팩토리 도입을 주저하고 있다. 스마트 팩토리의 도입이 미래 중소기업의 경쟁력 강화와 나아가 생존과 직결되는 중요한 문제인데도, 중소제조기업은 스마트 팩토리 구축 및 운영과 관련한 전문 인력과 자금의 부족 그리고 스마트 팩토리 도입에 따른 경영성과를 확신할 수 없는 상황으로 인해 스마트 팩토리 도입을 관망하고 있다(김재성, 2017).

한편 스마트 팩토리 환경에서 제조공정이 복잡해지고, 높은 수준의 품질과 효율화를 요구하게 되면서 대용량 데이터가 생성된다. 생산공정의 자동화, 품질향상, 원가절감 및 납기준수 등을 위해서는 제조 빅데이터 분석 시스템 도입의 필요성도 높아지게 되었다. 제조 분야에서 빅데이터 기술 접목은 제조공정에서 데이터 추출 및 분석, 노후 장비 탐지 기능 및 예방보전, 에너지의 효율적 사용을 통한 생산성 증대를 가능하게 한다. 또한 빅데이터 시스템은 스마트 팩토리가 실시간으로 생산하는 다양한 데이터를 분석하여 공장의 효율적인 운영을 가능하게 한다. 또한 빅데이터 분석을 통해 고객이 원하는 제품을 적시에 생산 및 제공이 가공하고 생산 및 제품 판매와 관련한 프로세스 개선도 가능하다. 따라서 빅데이터 시스템과 스마트 팩토리는 상호 유기적 및 보완적 관계가 있다고 할 수 있다(이유미, 2017).

2) 연구 목적

중소제조기업은 자금, 인력 그리고 설비 등의 면에서 대기업보다 열악한 여건을 갖추고 있다. 스마트 팩토리와 빅데이터 분석 시스템의 도입에 대한 필요성은 인식하지만 여러 가지 장애 요인으로 인해 현재 시스템에 안주하는 경우가 많다. 스마트 팩토리 시스템을 도입하더라도 단계적으로 도입하거나 도입을 미루는 경우도 있다. 따라서 중소제조기업이 새로운 시스템인 스마트

팩토리 시스템을 도입하기 위해서는 전략적 접근이 필요하다. 또한 중소기업이 스마트 팩토리를 도입하고 지속해서 사용하려는 의도에 영향을 미치는 요인에 대해 연구하는 것이 필요하다. 그뿐만 아니라 스마트 팩토리 도입으로 발생하는 경영성과에 대한 연구와 스마트 팩토리 도입 기업에 대한 재무적 또는 비재무적 특성을 연구하는 것도 중요한 의미가 있다.

본 연구는 우리나라 중소제조기업 중 우리나라 금융공기업을 통해 정부의 금전적 지원 또는 비금전적 지원을 받는 중소제조기업 중 스마트 팩토리를 일부라도 도입한 기업을 대상으로 스마트 팩토리 도입의도 및 경영성과에 영향을 주는 요인과 재무적·비재무적 특성을 분석한 것이다. 연구 모형은 기술수용모형(TAM)에 기초한 Elizabeth & Michael모형을 이용하여 전략적 가치인식과 환경요인 측면에서 설명 변인을 도출하였다. 이들 요인을 분석하기 위해 설문조사를 실시하고, 재무 자료를 수집하였다. 스마트 팩토리 수용에 영향을 주는 설명변수를 도출하고, 이들이 스마트 팩토리 수용의도 및 성과에 미치는 영향을 검정하여 중소기업 스마트제조혁신 정책에 필요한 시사점을 도출하였다. 그리고 연구 대상 중소기업의 설문자료와 재무자료를 바탕으로 기업 특성을 파악하였다.

또한, 기업 특성별 집단 간의 차이가 있는지 T 검정과 ANOVA 검정을 실시하여 유의한 차이가 있는 변수를 도출하였다. 한편 스마트 팩토리 구축 기초단계가 대부분인 중소제조기업은 제조 현장에서 발생하는 다양한 데이터를 체계적으로 저장하고 분석하여 공장 운영에 필요한 정보를 실시간 받아 의사결정을 할 수 있는 환경을 구축하기가 어려운 상황이다. 공장자동화 설비 도입으로 생산은 빠르게 이루어지고 있으나 빅데이터 분석과 연계한 공장자동화 및 연결화가 잘 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 따라서 단순히 공장자동화나 지엽적인 개념의 스마트 팩토리가 아닌 빅데이터 분석 시스템을 기반으로 공장자동화와 IoT, RFID, 센서 등을 통한 연결화 시스템이 상호 연계된 포괄적 개념의 스마트 팩토리의 구축과 관련한 연구를 전개하여 시사점을 제시하고자 한다.

제 2 절 연구의 구성

본 연구를 위하여 스마트 팩토리, 빅데이터 분석, 기술수용모형, 새로운 기술 또는 시스템의 수용의도, 경영성과 등에 관한 각종 문헌을 검토하였다. 이를 바탕으로 기술수용모형에 기초하여 스마트 팩토리 수용의도에 영향을 미치는 설명요인으로 전략적 가치 인식과 환경요인과 관련한 잠재변수를 도출하였다. 수집된 설문자료를 바탕으로 설명 변인별 특성을 파악하였으며, 스마트 팩토리와 관련한 선행연구를 기반으로 연구 모형의 타당성과 신뢰성을 검토한 후 전략적 가치 인식과 환경요인이 스마트 팩토리 수용의도 및 스마트 팩토리 도입에 따른 경영성과에 미치는 영향을 실증분석하였다.

연구 과정은 스마트 팩토리 관련 선행연구에서 도출한 정의와 특성을 반영하여 설명변수 선별하였고, 스마트 팩토리 수용의도 및 경영성과와 관련한 반응변수를 구체화하였다. 도출된 구성개념을 측정하기 위해 변수별 4개에서 6개로 구성된 측정변수를 결정하였다. 측정변수는 설문조사를 통해 자료를 수집하고, 수집된 자료를 분석하여 연구내용을 실증분석 및 검정하였다. 설문은 우리나라 금융공기업을 이용하는 중소기업들을 대상으로 실시하였다. 중소기업 중 2018년 말에 금융공기업을 이용하는 모집단으로 하였으며, 업력에 따라 기업의 규모가 다르고 정부의 지원 정책이 상이한 특성을 고려하여 모집단을 창업·비창업기업으로 층화하여 층별 비례표본추출 방법으로 표본을 추출하였다. 창업기업은 설립 이후 7년 이내 기업을 말하고, 비창업기업은 설립 이후 7년 초과한 기업을 말한다.

또한 표본의 지역적 편중이나 특정 업종에 치우치는 것을 방지하기 위해 행정구역에 따르는 지역과 업종을 고려하여 표본을 선택하였다. 수집된 자료는 탐색적 요인분석을 통해 단일구성개념을 구분하였고, 신뢰도와 타당도 검정을 거쳐 연구에 적합한 자료임을 확인하였다. 모형의 적합도 검정을 거쳐 최종 연구 모형을 확정된 후 연구 모형과 관련한 가설검정을 실시하였다. 가설검정은 설명변수가 스마트 팩토리 수용의도 및 수용의도가 경영성과에 미치는 직접효과에 대한 검정과 설명변수의 경영성과에 미치는 영향에 대한 수용의도의 매개효과 검정 그리고 기업 성장단계의 조절효과 검정 등을 실시하

였다. 가설검정 결과 및 연구 과정에서 도출한 성과를 바탕으로 시사점을 정리하였으며 향후 새로운 연구 방향을 제시하였다.

본 논문의 연구 과정은 다음과 같은 내용으로 구성하였다. 제2장에서는 이론적 배경 및 관련 문헌 연구를 통하여 스마트 팩토리 및 빅데이터 분석과 관련한 정의 및 현황을 검토하였다. 그리고 새로운 기술이나 시스템에 대한 수용의도를 모형화한 기술수용모형의 이론적 배경을 연구하였다. 또한 스마트 팩토리 수용의도에 영향을 미치는 전략적 가치 인식 측면에서 생산·운영 요인, 경영 생산성 요인, 의사결정 요인의 선행연구 및 환경요인에 대한 이론적 배경을 연구하고 정리하였다. 경영성과와 기업의 성장단계에 대한 특성에 대해 선행연구를 확인하였다. 제3장에서는 연구 모형과 조사 방법을 제시하였다. 선행연구를 바탕으로 연구 모형을 설계하고, 연구 가설을 확정하였다. 연구 가설은 직접효과 가설, 매개효과 가설 그리고 조절효과 가설에 대해 설정하였다. 그리고 설문조사를 위한 조사방법을 제시하였다. 제4장은 기업 특성별 설문자료를 분석하고 각 집단별 차이에 대한 가설검정을 실시하였다. 또한 연구 모형에 대한 요인분석, 신뢰도 분석 및 타당도 분석, 확인적 요인분석 및 측정모형 분석 등을 실시하였다. 그리고 제3장에서 제시한 연구 가설에 대한 가설검정을 실시하는 등 실증분석을 실시하였다. 제5장은 결론부분으로 연구 결과를 요약하고 연구의 시사점과 한계점 그리고 향후 연구 방향에 대하여 제시하였다.

제 2 장 이론적 배경 및 선행연구

제 1 절 스마트 팩토리

1) 스마트 팩토리 정의 및 현황

가) 스마트 팩토리 정의

‘스마트 팩토리(Smart Factory : SF)’란 용어는 독일에서 처음 사용하였다. 2006년 6월 독일 서부 라인란트팔츠(Rheinland-Pfalz)주의 공업도시인 카이저스라우테른(Kaiserslautern)에서 BASF, DFKI, KSB, SIEMENS 등 창립 멤버들에 의해 ‘Smart Factory’ 라는 기술계획이 수립되면서 소개되었다(김재성, 2017). 2011년 4월 독일 정부가 제조업의 정보화를 촉진하려는 하이테크 전략 프로젝트에서 “Industry 4.0”을 주창하면서 본격적으로 사용되기 시작하였다(김재성, 2017).

스마트 팩토리의 정의는 국가와 기관 그리고 학자마다 상이하다. 우리나라는 2015년 3월 “「제조업 혁신 3.0 전략」 실행대책”에서 스마트 팩토리는 “제품의 기획, 설계, 제조, 유통, 판매 등 전 과정을 IT로 통합하여 최소 비용과 시간으로 고객 맞춤형 제품을 생산하는 지능형 공장”이라고 정의했다. 한국정보통신기술협회는 “제품의 설계, 개발, 제조, 유통 및 물류 등 생산 전체 과정에 ICT를 적용하여 생산성, 품질, 고객만족도 등을 향상할 수 있는 지능형 공장”이라고 정의하고 있다. 또한 한국정보통신기술협회는 “스마트 팩토리는 사이버 물리 시스템(Cyber Physical Systems : CPS)을 이용하여 가상공간에서 실제와 똑같이 제품에 관한 설계 및 개발을 모의 실험하여 자산을 최적화하고, 공장 내 설비와 기기 간에 IoT를 설치하여 실시간 정보를 교환하게 하여 생산성을 증가시키고 돌발 사고를 최소화하게 한다. 그리고 제품 위치, 재고량 등을 자동 감지하여 인적, 물적 자원 절감 등 공장의 효율성을 향상시킬 수 있는 스마트한 공장”이라고 정의하고 있다. ‘민관합동 스마트공장추진

단’은 “설비와 물류 자동화를 기반으로 MES, FEMS, PDM, SCM, ERP 등이 ICT를 이용하여 구현된 공장”이라고 정의하였다. 이규택(2016)은 “기 제조업 생산제조 기술과 사물인터넷, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, CPS 등의 ICT 관련 기술을 융합하여 공장 내 설비와 공정, 그리고 운영에 필요한 각 장치가 상호 네트워크로 연결된 지능 제조 생산체계”라고 정의했다. 그리고 “모든 공정 데이터와 생산 정보가 실시간으로 수집, 공유, 활용되어 공장 간, 공정 간, 설비 간의 협업 운영되어 제품 생산에 최적화 운영이 가능한 공장”으로 정의했다. 조용주(2016)는 “공장의 제조 설비 시스템을 기반으로 하는 수직적 통합과 고객 요구 사항을 비롯한 제품 개발 Value Chain을 기반으로 수평적 통합이 구현되는 공장”이라고 정의했으며, 권혁성, 김준모(2015)는 “설비의 자동화 및 최적화를 위해 작업자가 프로그램을 입력하고, 얼마든지 통제할 수 있는 유비쿼터스 생산 공간”이라고 했다. 임정일, 김용운(2015)은 “제조업 경쟁력 강화를 목적으로 제조의 모든 과정을 ICT로 통합 시켜 생산성 및 에너지 효율을 높이고 자동화 비중을 높이며 제품의 불량률을 감소시키는 등 생산의 시스템을 최적화시키는 맞춤형 공장”이라고 했다.

외국 논문의 경우, Shiyong Wang(2016) 등은 스마트 팩토리를 “제조 명령이 입력되면 최적화된 공정 과정을 스스로 설계하여 생산할 수 있는 공장”으로 정의하였다. Deloitte(2015)는 스마트 팩토리를 “빅데이터와 IoT 시스템을 이용하여 RFID를 통한 센서 등으로 생산조건의 변화, 실적 발생, 재고 등 생산과 연관된 이벤트 감지 그리고 감지된 생산현황 정보에 의한 의사결정, 판단 결과가 현장에 반영되며 수행되는 무인조립생산체계 등의 기능이 유기적으로 연계, 동작하는 공장”이라고 하였다.

이외에도 다양한 정의가 있으나 “ICT, AI, Big data, 3D printing, Cloud computing 등과 같은 4차 산업혁명 관련 기술과 결합하여 수요자 요구에 빠르고 정확하게, 최저비용으로 생산할 수 있는 최적 공정과정을 자동으로 설계하고 수행하도록 구축된 공장”이라는 것이 스마트 팩토리에 대한 일반적인 정의이다. 스마트 팩토리에서 스마트(Smart)라는 용어는 데이터에 근거한 생각에 따른 합리적 결정을 자동화하는 것으로 정의할 수 있으며, 광의적으로 진행되고 있는 문제를 미리 알아서 이상 징후를 자각하고 알려주는 것이라고

할 수 있다(이정한 외, 2015). 또한 “지능형 스마트 제조 시스템의 시작은 현재의 상황을 정확히 파악하는 관점에서 방대한 데이터를 모으기부터 하는 것으로 센서, 사물인터넷, 사이버물리시스템, 네트워크의 적용을 이용한 연결화를 통해 제조 데이터를 수집 및 분석하는 것이 필수적인 요소”라고 했다(이대성, 2015).

나) 스마트 팩토리 현황

이해자(2018)에 따르면 1차~3차 산업혁명으로 크게 변화된 내용은 생산 수단 및 기술의 변화 그리고 통신수단의 변화라고 할 수 있다. 특히 3차 산업혁명은 ‘인터넷 혁명’으로 불릴 정도로 인터넷을 통한 정보 및 지식의 전파 속도가 혁명적으로 빨라졌다. 4차 산업혁명에서는 AI와 ICT를 기반으로 자동화와 초연결화(hyper-connectivity) 그리고 빅데이터 분석으로 인한 산업 환경의 급격한 변화를 초래하고 있다. 4차 산업혁명과 관련한 다양한 키워드가 있다. 제조업 및 생산 측면에서 4차 산업혁명의 키워드는 ‘스마트 팩토리’라고 할 수 있다. 그 이유는 스마트 팩토리가 4차 산업혁명에 중요한 IoT, 로봇, 빅데이터 분석 등 주요 기술들을 포함하여 자동화 시스템을 구현하기 때문이다. 또한 스마트 팩토리 구축을 통해 궁극적으로 생산성 향상과 효율성 제고를 도모할 수 있다(권세인, 2019). 독일에서 ‘Industry 4.0’ 전략을 시작한 이유는 2008년 국제금융위기로 인한 세계의 저성장과 생산원가의 상승 등 제조업의 위기에서 시작된 것을 고려하면 스마트 팩토리가 어떻게 자원과 자본을 효율적으로 사용하여 이익과 이윤을 제고하는지 알 수 있다. 인공지능의 통제 속에 로봇과 기계가 제품을 신속하고 정확하게 고객이 원하는 다양한 제품을 적기에 생산할 수 있는 스마트 팩토리는 저성장 시기에 기업의 생존 전략이 될 수밖에 없다(2019, 김현규).

세계 최초로 스마트 팩토리를 도입한 독일을 비롯하여 한국, 미국, EU, 중국, 일본 같은 전통 제조 강국은 제조기업의 경쟁력 강화를 위해 다양한 정책, 전략, 플랜 등을 실행하고 있다. [표2-1]은 주요 국가별 스마트 팩토리 추진현황을 요약한 것이다(노상도, 2016). 독일 정부는 ‘High-Tech Strategy 2020 for Germany’라는 액션 플랜을 마련하였는데, 이 플랜에 포함된 미래의

프로젝트 중에서 핵심전략이 'Industry 4.0' 이다(서창성, 2016). 'Industry 4.0'의 생산시스템 개발을 2020년까지 완료하고, 10년 이내에 비즈니스 모델을 세계로 확장시킬 계획을 하고 있다.

[표2-1] 주요 국가별 스마트 팩토리 추진 현황

국가	주요 정책 및 전략
독일	• High-Tech Strategy 2020 for Germany - CPS로 네트워크화된 스마트 제조 및 국내 제조기반 강화와 제조시스템 수출 전략 • Industry 4.0(2012년~) - 산업계 중심 인터스트리 4.0 플랫폼 발족 및 스마트 팩토리 구축에 2억 유로 투자
EU	• Manufacture 전략 연구 - 고부가가치의 새로운 제품, 서비스와 새로운 비즈니스 모델 창출 • Horizon 2020: 미래공장(Factories of Future) 프로젝트 - 고 응용성 스마트 제조 시스템, Virtualized 자원 효율적인 공장 - 선진적 제조공정, 인간중심 제조, 소비자 요구에 따른 제조 추구 - 독일 '인터스트리 4.0'에 기반한 미래형 제조기술 개발
미국	• 첨단제조업 파트너십(AMP) - AMP(Advanced Manufacturing Partnership) 2.0 발족 - 기술혁신 플랫폼 제공, 첨단 제조기술 로드맵 작성 - 산업계 중심 SMLC(Smart Manufacturing Leadership Coalition) 발족 • 제조혁신네트워크(National Network for Manufacturing Innovation: NNMI) 구축 - AMP의 핵심프로그램을 위한 45개 제조혁신연구소 설치(2012년~) 및 America Makes시행
일본	• 일본재흥전략(2013년) - 미래투자를 통한 생산성 혁명, 4차 산업혁명 도전 가속화 - 건강, 에너지, 인프라, 농림수산업 등 전략분야 선정, 국제 활동 강화 • 개혁 2020(Strategic Innovation Promotion Program) - 선정된 핵심기술을 기초연구, 실용화, 사업화까지 연계되는 로드맵 - 기계학회 중심 '이어지는 공장' 실현을 위한 IVI(Industrial Value chain Initiative) 발족
중국	• Made in China 2025 - 제조업과 IT융합으로 제조 강국 업그레이드 - 자동차산업 기술혁신, 구조조정, 정보화를 통한 산업간 시너지 효과로 촉진제역할

출처 : 산업기술평가원 스마트 공장 R&D 로드맵

'Industry 4.0'은 독일이 기존에 가지고 있던 자동화(Automation) 분야와 결합하면서 더욱 활성화되었다. 또한 IoT, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 가상현실(Virtual Reality), 증강현실(Augmented Reality)과 같은 ICT 기술과 센서기술의 급격한 발전 그리고 이들 기술이 린(Lean) 생산, SCM, 총체적 예방관리(TPM), 제품수명주기관리(PLM)와 같은 기존의 공장 효율화 기법과 융합하면서 스마트 팩토리의 도입이 가속화되고 있다(변종대, 2016).

EU 연합은 독일의 'Industry 4.0'에 기반한 미래형 제조기술 개발을 위한 미래공장(Factories of Future) 프로젝트를 추진하고 있다. EU는 이를 통해 제조업 비중을 2025년까지 15~20%로 높이고, 제조업 일자리를 600만 개를 창출한다는 계획을 세우고 있다.

미국은 높은 IT기술 수준, 우수한 인력, 풍부한 투자펀드 등 IT와 관련한 창업생태계가 잘 구축되어 있는 나라다. 그러나 IT기술은 높으나 제조공장은 대부분 해외에 있어 정부의 리쇼어링(re-shoring) 정책 등 제조업 회귀 및 육성 정책으로 제조업이 늘어나고 있으며 민간 기업들도 별도로 제조업 혁신사업을 추진하고 있다. 2011년 6월 첨단제조파트너십(AMP) 정책을 주창하고 2012년 이후 핵심프로그램 실행을 위해 45개의 제조혁신연구소를 설치하여 운영 중이며, 2012년 3월 '제조업 혁신센터(Manufacturing Innovation Institute:MII)'를 신설하여 구체적인 실행전략을 마련하였다. 민간에서는 GE가 'Industrial Internet'을 시작으로 2014년 GE 주도로 'IIC(Industrial Internet Consortium)'을 발족시켰다(민성희, 2017).

일본은 산업경쟁력 회복을 목적으로 기존 산업 재건을 우선시하여 독일, 미국과는 차별화되는 스마트 제조 발전전략을 추진하고 있다. 일본은 '느슨한 표준(loose standards)'과 '개방-폐쇄 병행(open and close)' 전략을 표방하면서 미국이나 독일보다 늦게 4차 산업혁명 관련 정책을 마련하였으나 지속적으로 공장자동화에 많은 투자를 하고 있다(나준호, 최드림, 2016). 2015년 'Robot Revolution Initiative' 창설하였고, 'IVI(Industrial Value Chain Initiative)'를 결성하였다. 2016년 이후에는 'Society 5.0'과 'Connected Industries'를 통해 4차 산업혁명 대응을 본격화하기 시작했다(구본진 외, 2018).

중국은 제조 강국으로 부상하기 위해 전 방위적으로 제조업에 대해 지원하고 있다. 튼튼한 내수 시장을 기반으로 ‘이시장환기술’¹⁾ 정책을 추진하여 선진기술 및 시스템을 자국에 빠르게 흡수하고 있다(민성희, 2017).

우리나라는 2014년 6월 ‘제조업 혁신 3.0 전략’ 수립으로 중소기업의 스마트 팩토리 구축을 지원해 왔다. 2015년 5월에는 ‘민관합동 스마트 팩토리 추진단’을 설립하여 스마트 팩토리 구축 및 보급 사업을 총괄하는 업무를 일원화하였고, 2014년부터 2017년까지 스마트 팩토리 5,000개를 구축하였다. 2019년 7월 스마트제조혁신으로 중소기업 제조 강국을 실현하겠다는 목적으로 설립된 ‘스마트 제조혁신 추진단’이 공식 출범식을 갖고 기존의 ‘민관합동 스마트 팩토리 추진단’의 업무와 조직 및 인력을 인수하였다. ‘스마트 제조혁신 추진단’은 스마트 팩토리 기반조성을 위한 자금, 인력, 장비 등을 지원하고, 스마트 팩토리 인력양성 및 교육훈련, 스마트 팩토리 관련 지원 정책을 수립 및 관리하고 있다(스마트 제조혁신 추진단, 2019). 그러나 이러한 정부의 노력에도 불구하고 산업통상자원부가 발표한 ‘주요 6개국과 25개 스마트제조 세부 기술을 조사한 기술 수준 연구 자료’에 따르면 우리나라의 주요 제조업 경쟁력은 미국, 독일, 일본, EU에 뒤처졌으며, 중국보다 조금 나은 수준에 머물러 있다.

또한 2019년 1월 열린 세계경제포럼(WEF)에서 4차 산업혁명 시대 제조업의 미래를 제시하는 스마트 팩토리를 의미하는 ‘등대공장’ 숫자가 한국은 0개로 발표되었다. 16개 등대공장을 운영하는 기업은 독일이 5개 가장 많고, 미국이 3개, 중국, 대만, 프랑스, 이탈리아, 덴마크, 스웨덴, 인도 등이 1개씩 선정되었다. 이렇듯 우리나라 제조기업의 4차 산업혁명 준비 정도는 선진국보다 상대적으로 뒤처져 있으며 중소기업은 그 정도가 더욱 심한 상황이다. 중소기업 스마트 팩토리 수준은 기초단계가 76.4%로 대부분이고, 중간 1단계 21.5%, 중간 2단계 2.1%로 낮은 수준의 스마트 팩토리 구축이 진행된 상태다(구본진 외, 2018). 이에 따라 중소벤처기업부에서는 스마트 제조혁신을 통한 중소·중견기업들의 경쟁력 강화를 위해 다양한 보급

1) 以市場換技術은 시장과 기술을 바꾸는 정책으로, 시장을 개방하여 외국의 높은 품질과 기술을 자국에 흡수하는 전략을 말한다.

및 확산사업을 전개하고 있다. [표2-2]는 스마트 제조혁신 추진단에서 2019년 진행하고 있는 스마트 팩토리 보급 및 확산사업 내용을 정리한 것이다.

[표2-2] 2019년 스마트 팩토리 보급 및 확산 사업 현황

사업명	지원유형	지원내용	정부지원액 (기업 당, 최대)	모집기간
스마트 팩토리 구축 및 고도화	신규구축	스마트 팩토리(SF) 미구축 기업 대상, 솔루션 및 연동 설비 구축 지원	1억원	수시
	고도화	SF 기 구축 기업 대상, SF 고도화 지원	(기초)1억원 (중견)≥1.5억원	수시
	대중소 상생형	주관기관(대기업 등)이 중소·중견기업과 협력하여 SF를 구축할 경우 정부가 비 용 일부 지원	0.5억원 이내	수시
	시범공장	도입 희망 기업이 벤치마킹할 수 있는 시범공장을 주요 거점에 구축 지원	3억원	2.18~3.15
	업종별 특화	유사 제조공정(업종 등)을 가진 기업의 SF 공통 특화 솔루션 구축 지원	1억원	수시
로봇활용 제조혁신지원		로봇엔지니어링, 로봇 도입, 로봇 활용교육 등 패키지 지원	3억원	2.18~3.15
스마트 마이스터	스마트화 역량강화	스마트 팩토리 구축 기업의 현장 진단 및 구축과정 중 현장 애로 해 결 지원	마이스터 인건비	수시 전문가: 2.18~3.15
			컨설팅 비용	수시 컨설팅기관: 2.18~3.15
스마트 팩토리 수준확인		스마트 팩토리 관련 기업 제조수준 진단 및 고도화 가이드라인 제시	진단비용	수시 확인기관: 2.18~3.15

출처 : 중소벤처기업부, 2019년도 스마트 팩토리 보급·확산 사업 공고

스마트 팩토리 신규 구축 지원 및 이미 구축된 기업을 대상으로 단계향상 또는 고도화 그리고 이와 관련한 컨설팅 비용을 지원하고 있다. 세부적으로 제품설계 및 생산 공정의 개선 등을 위해 IoT, 5G, 빅데이터 등 첨단기술을 적용한 스마트 팩토리 솔루션 구축과 솔루션 연동 자동화장비, 제어기기, 센서 등 구입을

지원하고, 고도화를 위해 생산 공정 및 제조회경변화 등으로 인한 이미 구축한 시스템의 기능개선 및 필요기능의 추가 도입을 지원한다. 지원 사업 중 시범공장은 2019년 내 20개 내외의 기업을 대상으로 기업 당 3억 원을 지원하여 스마트공장 도입을 희망하는 중소기업이 벤치마킹할 수 있는 중간1수준의 시범공장을 지역과 업종별로 구축할 수 있게 지원한다. 그리고 2019년도에 ICT 융합을 통한 스마트 팩토리 보급 및 확산사업 예산 규모는 2018년도 예산 1,330억 원의 2.6배인 3,428억 원에 달한다. 현 정부 들어 중소벤처기업부가 신설되고, ‘스마트 제조혁신 추진단’이 새롭게 발족하면서 중소제조기업의 경쟁력 향상을 위한 스마트 팩토리 지원 사업은 향후에도 지속해서 확대될 전망이다.

2) 스마트 팩토리 구축 환경

한국은행 자료에 따르면 제조업은 2017년 기준 국내총생산의 29.5%, 2018년 기준, 29.2%를 차지하고 있어 경제성장의 견인차 역할을 담당하고 있다. 그러나 계속되는 세계 경제의 불확실성의 증가와 국내 경기침체로 위기에 봉착하고 있다. 이러한 제조업의 문제를 해결하기 위해 세계 각국은 제조혁신을 위한 투자와 정책 수립을 계속하고 있다. 제조업과 ICT 융합으로 경쟁력이 강화되는 4차 산업혁명이 가속화되어 스마트 팩토리 구축을 통한 맞춤형 유연 생산 체제로 생산방식이 전환되고 있으며, 스마트 팩토리는 제조업의 경쟁력 강화를 위한 필수방식으로 변화하고 있다.

컨설팅 기업인 딜로이트(2016)는 3년 주기로 발표하는 ‘세계 제조 경쟁력 지수’에서 한국의 순위가 계속 하락하는 추세에 있고, 2020년에는 세계 6위까지 밀려날 것으로 예상하고 있다. 스마트 팩토리 분야에서 ERP, SCM, MES 등의 애플리케이션 기술은 이미 성숙하였으나 3D 프린팅, 로봇, 머신비전, 사물인터넷 등 디바이스 신기술들이 기술이 확산되고 있다(정보통신기술진흥센터, 2018). Markets and Markets(2017)에 따르면, 세계 스마트 팩토리 시장 규모는 2016년 1,210억 달러에서 연평균 9% 성장하여 2020년 1,713억 달러에 이를 것으로 전망하고 있다.

골드만삭스(2016)는 “스마트 팩토리를 도입함으로써 기업들이 공장 당 평

균 10~15%의 비용 절감 효과를 거둘 수 있고, 전 세계적으로 5,000~6,500억 달러의 잠재적 경제 효과가 있다.”고 발표했다. 골드만삭스는 “제품 라이프 사이클 관리(PLM), 산업용 사물인터넷(IIoT), 협동로봇(Cobot), 3D 프린팅, 무인운반차(Automatic Guided Vehicle: AGV), RFID 등을 스마트 팩토리 6가지 핵심 기술로 정의하고 이 기술로부터 창출되는 시장 규모가 2020년 2,500억 달러 이상이 될 것이라 전망”했다. 6가지 기술 중 IIoT, PLM의 비중이 약 88%를 차지한다(조혜지, 김용균, 2018).

스마트 팩토리의 시장규모는 범위가 넓어서 정확히 산출하기는 어려우나, 사업의 중요성을 인식하여 여러 전문 시장조사 기관에서 시장규모를 추정하여 발표하고 있다. Markets and Markets Analysis의 시장 조사 보고서의 2022년 글로벌 전망에 따르면 “전 세계 스마트 팩토리 시장은 2017년에서 2022년 사이에 연평균 9.3% 성장하여 2022년에는 205.42억 달러에 달할 것으로 예상하는데 산업용 로봇의 채택 증가, IoT의 진화, 스마트 자동화 솔루션에 대한 수요 증가, 규정 준수에 대한 강조되고 있는 것이 증가하는 주요 동인이 될 것으로 전망”했다.

스마트 팩토리를 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 추적해야 하는 필요성이 커지고 있는데 이러한 요구는 다양한 프로세스 및 개별 산업 분야에서 비용 효율적인 MES 솔루션을 사용할 수 있게 됨으로써 중소기업 부문에서도 성장할 것으로 예상하였다(길형철, 2019). 또한 길형철(2019)은 “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 예상된다.”고 하였다.

스마트 팩토리의 국내시장 규모는 2015년 32.1억 달러에서 2020년까지 54.7억 달러까지 6년간 평균 증가율 4.5억 달러 증가할 것으로 예상된다(월간 ICT산업동향, 2018). 중소제조업체들은 지속적인 혁신활동을 통해 변화하는 경영 및 제조회경에 능동적으로 대응하고 고객의 다양한 니즈를 충족시키기

위해 생산 시스템을 유연화하는 등 생존을 위해 노력하고 있다. 정부는 고용 확대와 경제성장의 기초가 되는 중소·중견 제조기업의 경쟁력 강화를 위해 다양하고 지속적인 지원 정책을 펼치고 있어 향후 스마트 팩토리의 신규 보급 및 확산은 대기업에서 중소기업에 이르기까지 폭넓게 확산할 것으로 예상된다(길형철, 2019).

스마트 팩토리 분야별로는 ICT의 시장이 필드 디바이스보다 성장세가 높았다. [표2-3]에서 보는 바와 같이, 필드 디바이스에 대한 ICT 시장 규모가 2011년 1.57배였으나 2012년 1.67배, 2013년 1.69배, 2014년 1.72배, 2015년 1.77배, 2016년 1.81배, 2017년 1.84배, 2018년은 1.88배로 매년 증가하고 있다.

[표2-3] 국내 스마트 팩토리 시장 규모

(단위 : 십억 달러)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR(%)
FD	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

주) FD : field device

출처 : "Markets and Markets Analysis, 2013"

3) 선행연구 정리

스마트 팩토리에 관한 연구는 MES, ERP, SCM과 같은 소프트웨어 또는 로봇, IoT, RFID, 센서 등 하드웨어 관련 기술 적용의 효과는 성과분석에 대한 연구와 스마트 팩토리 수용의도에 영향을 주는 요인 및 경영성과와 관련한 연구가 주류를 이루고 있다. 광민홍(2019)은 스마트 팩토리 기술적 요인인 IoT, ICT, Big Data, AI, MES, ERP 등이 생산성과, 품질성과 및 재무적 성과에 미치는 영향 관계를 연구하였으며, 명상일(2018)은 IoT 기반 스마트 팩토리 자동화관리 시스템에 관한 연구를 통해 스마트 팩토리의 기술적 요인과 관련한 연구를 수행하였다. 권세인(2019)은 중소제조기업을 대상으로 스마트

팩토리 도입의 핵심성공요인에 관한 연구를 하였으며, 오주환(2019)은 스마트 팩토리의 구축 목적과 지속적 사용의도에 관한 연구를 통해 스마트 팩토리 구축 목적을 생산성 및 유연성 향상에 두고 이들 요인이 설비 자동화, 업무 자동화, 생산프로세스의 재구축, 생산프로세스의 점진적 개선, 내·외부통합 등이 스마트 팩토리 지속사용 의도에 미치는 영향을 연구하였다. 이 외에도 다수의 연구가 스마트 팩토리 도입의 효과 또는 성과와 관련하여 수행되었다. [표2-4]는 스마트 팩토리 관련 주요 선행연구에 대한 내용을 정리 요약한 것이다.

[표2-4] 스마트 팩토리 관련 선행연구 요약

연구자	이론적 배경 및 선행연구
권도훈 (2018)	•발전소 SF 활동이 설비운영의 효율화에 미치는 영향 -스마트 발전소 시설관리 개선을 위해 SF 기술을 사용하여 IoT, 빅데이터, 센서 등 일반 장비관리 및 스마트 공장 관리를 분석 -효율적인 스마트 발전소 활동을 위해서는 IoT, 빅데이터 운영 및 직원을 위한 스마트 공장 관리와 교육에 대한 스마트화 필요
권세인 (2019)	•중소제조기업을 중심으로 SF 도입의 핵심성공요인과 성과 연구 -SF도입 목적은 운영 효율성, 품질향상, 도입 후 시행활동은 시스템 네트워크화, 프로세스 자동화 및 최적화 등 내부 VC 최적화 -SF 도입 3수준인 기초, 중간1, 중간2의 집단 간 비교 및 분석을 통해 유의한 평균 차이 발생 확인
길형철 (2019)	•TOE 및 IS모델 중심 SF 수용 요인과 성과분석 연구 -상대적 이점, 재무준비성, 정부지원 등은 SF 수용도에 유의, 흡수역량, 경쟁 환경, 정부지원, 컨설팅지원은 SF 만족도에 유의
김재성 (2017)	•SF 수용은 대부분 연구가 성과에 긍정적으로 확인되나, 대기업 중심 산업 구조, 기업 자체의 취약 요소, 전문 인력 부족 등에서 어려움을 겪는 중소 제조기업에 적합한 스마트공장 구축 방안 제시
김현규 (2014)	•SF 지속사용의도와 전환의도에 관한 실증연구 -SF 지속사용의도와 전환의도의 영향 요인을 PPM모형, 정보시스템성공모형(ISSM), 기술수용모형의 통합 모형을 토대로 실증분석
명상일 (2018)	•IoT 기반의 SF 자동화 관리 시스템 구축에 관한 연구 -자동화 기술인 FPS, HMI, IoT 플랫폼, MES, 영상처리 기술을 응용한 실제 SF 구축사례를 연구
배병축 (2017)	•스마트공장의 기술적 요인이 경영성과에 미치는 영향 연구 -스마트공장 주요기술 요인인 MES는 재무 및 비재무적 성과에, 설비보전관리 시스템 (CMMS)은 재무성과에, SCM과 APS시스템은 비재무적인 성과에 각각 정의 영향을 미침

서창성, 정신진, 김석찬 (2018)	•SF 등장 배경, 필요성, 기술요소, 동향, 기대 효과 연구 -SF 관련 IoT, 빅데이터, 웨어러블 컴퓨터, 예방정비 시스템을 통해 생산성 향상, 제조서비스화로 고객서비스 향상 연구
오주환 (2019)	•SF의 전략적 활용 연구: 구축 목적과 내용이 지속의도에 미치는 영향 -SF 구축 목적을 생산성 및 유연성 향상에 두고 이들 요인이 설비자동화, 업무자동화, 생산프로세스의 재구축, 생산프로세스의 점진적 개선, 내·외 부통합 등이 SF지속사용의도에 미치는 영향 연구
이유미 (2017)	•SF 구축을 위한 빅데이터 시스템 연구 -자동화 시스템에서 설비가 동작하는 데이터를 분석하고 효율적으로 관리 할 수 있는 SF 구축 연구로 현장에서 발생하는 물리적 데이터가 빅데이터로 저장되면 데이터의 용량, 장소 및 시간 제약이 없음
정병주 (2017)	•SF 도입이 기업성과와 직무만족에 미치는 영향 연구 -SF 수용이 재무성과에 정의 영향을 미치고, SCM에 대한 종업원들이 긍정적 인식이 높을수록 재무성과는 높아짐 -데이터마이닝을 통해 SF 만족도는 생산성, 불량률, 측정설비, 생산 설비, 투자액, 스마트공장 추진속도 등에 영향을 받음.
조용주 (2017)	•4차 산업혁명 시대에 국내 SF 추진전략 연구 -거시적 관점에서 한국형 SF 추진전략으로 ①공급기업 전략 ② OEM/ODM기업전략 ③브랜드 기반 대량생산 기업전략 ④사용자 맞춤형 제품 기업전략 ⑤Factory Maker 등 5가지 전략 제시
최영환 (2019)	•중소기업 대상 SF의 제조운영 성숙도 측정을 위한 평가모델 연구 -중소기업의 성공적인 SF 도입을 위해 조직 리더십과 전략이 가장 중요한 요인임을 확인함.
최영환, 최상현 (2017)	•SF 구축에 최고경영자 의지, 정부지원, 외부 컨설팅, 조직참여 요인들이 미치는 영향을 중소기업을 대상으로 실증분석. -조직참여도> 정부지원> 외부 컨설팅>최고경영자 의지 순 영향
Danping Lin et al. (2018)	•자동차부문의 스마트 제조공장과 관련하여 선진 생산 기술사용에 영향을 주는 요인으로 IT성숙도, 기술유인, 인지된 이점, 외부압력, 정부정책 강화 등이 있음을 확인
Lopez, F. et al. (2018)	•A software-defined framework for the integrated management of smart manufacturing systems -스마트 제조 시스템을 통합적인 프로그램으로 관리할 수 있는 프레임워크로서 소프트웨어 정의제어(SDC) 연구. -웨이퍼 제조시설에 SDC 프레임워크를 적용 수익성 1.2% 증가

제 2 절 빅데이터

1) 빅데이터 정의 및 현황

가) 빅데이터 정의

빅데이터(Big Data : BD)란 디지털 환경에서 생성되는 데이터로 그 규모가 방대하고, 생성 주기가 짧고, 수치 데이터인 정형데이터뿐만 아니라 문자와 영상 데이터 등 비정형데이터를 포함한 테라바이트(Terabyte) 이상의 대규모 데이터양을 말한다. 빅데이터에 대한 정의는 다양하지만, 기업적인 측면에서 빅데이터를 기업의 효과적인 전략 도출에 필요한 상세하고 높은 빈도로 생성되는 다양한 종류의 데이터로 정의할 수도 있다(김현근, 2014).

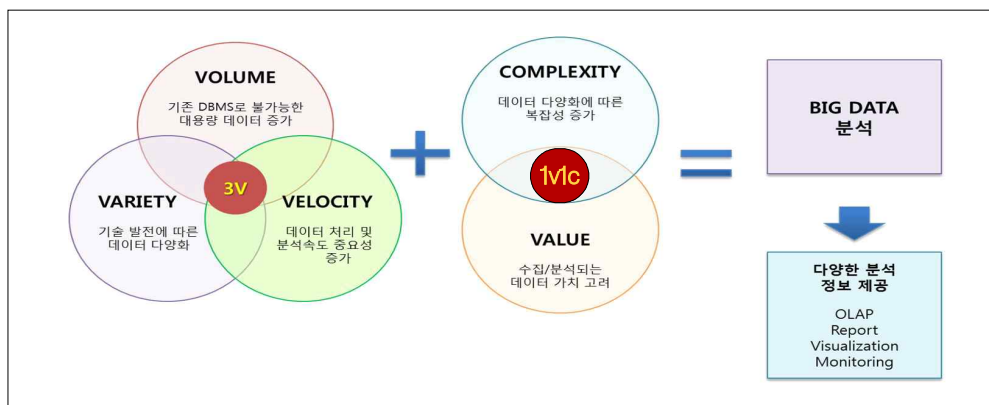
McKinsey(2011)는 “빅데이터를 일반적인 데이터베이스 소프트웨어가 수집, 저장, 관리, 분석할 수 있는 범위를 초과하는 대규모의 데이터”라고 정의하였다. IDC(2011)는 빅데이터 기술을 “다양한 데이터로 구성된 방대한 양의 데이터로부터 고속 캡처, 데이터 탐색 및 분석을 통해 경제적으로 필요한 가치를 추출할 수 있도록 디자인된 차세대 기술과 아키텍처”라고 정의하고 있다. [표2-5]는 기존 데이터와 빅데이터를 하드웨어 및 소프트웨어, 분석 방법 측면에서 비교한 것이다.

[표2-5] 기존 데이터와 빅데이터의 비교

구분	기존 환경	빅데이터 환경
데이터	정형화된 수치자료 중심	비정형 데이터 문자, 영상, 위치 데이터
하드웨어	고가의 저장장치, 데이터베이스, Data-warehouse	클라우드 컴퓨팅 등 비용 효율적인 장비 활용 가능
소프트웨어/ 분석방법	관계형 데이터베이스(RDBMS), 통계패키지(SPSS, SAS), data mining, machine learning knowledge discovery	Hadoop, NoSQL 통계솔루션(R) 텍스트 마이닝(text mining), opinion mining, sentiment analysis

출처 : 정용찬(2012a)

Gartner(2011)는 “대용량(Volume) 데이터를 다양한 형태(Variety)와 빠른 속도(Velocity)로 가치(Value) 있는 정보를 만들어 낼 수 있는 데이터”로 정의한다(김성현 외, 2017; Wang et al., 2018). 빅데이터의 특징은 4V1C로 데이터의 양(Volume), 데이터 생성 속도(Velocity), 형태의 다양성(Variety), 데이터의 가치(Value) 그리고 복잡성(Complexity)을 말한다. [그림2-1]은 빅데이터의 4가지 특성과 복잡성에 대한 내용을 설명한 것이다. 빅데이터는 미래 경쟁력의 우위를 좌우하는 중요한 자원으로 활용될 수 있다. 빅데이터는 산업혁명 시기의 석탄처럼 IT와 스마트혁명 시기에 혁신과 경쟁력 강화, 생산성 향상을 위한 중요한 원천으로 간주하고 있다(McKinsey, 2011).



출처: 2013 KT HITEL Corporation 빅데이터솔루션소개서(재인용)

[그림2-1] 빅데이터의 4V1C 특징

빅데이터는 빠른 정보처리 속도를 이용한 고객 분석 및 관리, 텍스트 마이닝, 오피니언 마이닝 등을 이용하여 트위터(twitter)나 인터넷에 생성되는 검색어와 댓글을 분석하여 제품과 서비스에 대한 고객 반응을 실시간으로 파악하고 즉각적으로 대처하게 해준다. 빅데이터는 하둡(Hadoop), R, 분산병렬처리기술, 클라우드 컴퓨팅 등을 활용하여 기존의 고비용 데이터웨어하우스를 구축하지 않더라도 효율적인 시스템 운용이 가능하다. 공공 기관도 빅데이터

의 등장은 시민이 요구하는 서비스를 제공할 수 있는 기회로 작용한다. 이는 '사회적 비용 감소와 공공 서비스 품질 향상'을 가능하게 만든다. [표2-6]은 빅데이터의 요소기술 및 그 해당기술에 대하여 정리한 것이다.

[표2-6] 빅데이터 요소기술에 대한 설명

요소기술	특징	해당기술
수집	•정보의 검색, 수집, 변환으로 정제된 데이터 확보	•ETL, 크롤링, 로그 수집기, 센싱, RSS, Open API
공유	•서로 다른 시스템간의 데이터 공유	•멀티테넌트 데이터 공유, 협업 필터링 등
저장	•실시간 처리, 신속·쉬운 분석으로 의사결정에 이용	•병렬 DBMS, 하둡, NoSQL
처리	•데이터 저장, 수집, 관리, 유통, 분석을 통해 처리	•실시간 처리, 분산 병렬 처리, 인-메모리 처리
분석	•정확·효율적 분석으로 비즈니스 등에 적용	•통계분석, 최적화 및 평판분석, SNS 분석
시각화	•복잡한 구조의 표현을 위해 시각화 기술이 필수	•편집기술, 정보 시각화 기술, 시각화 도구

출처 : 유영난(2016). 재인용

나) 빅데이터 현황

빅데이터 기술은 데이터의 수집, 저장, 처리, 분석, 표현 및 활용, 시각화, 관리하는 모든 과정을 말한다. 이러한 빅데이터의 활용을 위해서는 크게 분석 기술과 표현 기술로 분류한다(이유미, 2017). 분석 기술로는 데이터 마이닝, 기계 학습, 오피니언 마이닝, 패턴 인식과 텍스트 마이닝 등이 사용되며 하둡(Hadoop), 임팔라, NoSQL 등이 분석 인프라 기술이라 할 수 있고, 하둡은 오픈 소스 분산 처리 기술로서 정형, 비정형 빅데이터를 분석하는 솔루션으로 IBM에서 개발하였다(이유미, 2017). 하둡은 야후(Yahoo)와 페이스북(Facebook) 등에서 사용 하고 있으며 채택하는 회사가 증가하는 추세로 빅데이터 분석에서 선호되는 솔루션이다.

표현 기술이란 분석 기술을 통하여 분석된 데이터 의미와 가치를 시각화하기 위한 기술로 NodeXL과 Gephi 등이 해당 된다(이유미, 2017). 대용량 데이터의 수집 및 저장 기술과 다차원 데이터의 고속연산 및 다중 노드로 분산 및 병렬처리, 실시간 또는 준 실시간 분석, 실시간 인지 및 실시간 대응, 그리고 수집부터 활용까지 각 영역을 통합하는 비즈니스 로직 관리 체계 기술이 요구된다(이유미, 2017).

구현방식에 따른 빅데이터기술 분류는 디스크기반 기술, 인메모리(In-Memory)기반 기술, 인데이터베이스(In-Data Base)기반 기술 등으로 나눌 수 있다(이재성, 2014). 디스크기반 기술은 대부분 오픈소스 기술들로 저가 디스크에 대용량 데이터를 저장, 관리하고 분산병렬 처리 메커니즘으로 연산 성능을 향상시킨다. 메모리 기반 기술은 메모리 내 고속 연산 성능을 이용하여 대용량 데이터를 신속히 처리하고 사용자의 탐색적 데이터 분석이 용이하도록 하는 것이며, 인데이터베이스 기반 기술은 RDBMS 또는 DBMS 분산병렬 내부에 분석 기능을 탑재해 데이터 적재와 처리 시간을 단축하고 분석의 효율을 강화한다(이재성, 2014). [표2-7]은 구현방식에 따른 빅데이터 기술 분류와 관련 솔루션을 정리한 것이다.

[표2-7] 구현 방식에 따른 빅데이터 기술 분류

구현방식	설명	관련 소프트웨어 및 솔루션
Disk 기반	•다수의 서버를 네트워크로 연결하여, 저장소를 확장 및 병렬 처리를 통해 연산성능을 향상시키는 기술	•Hadoop, DISCO, Hbase, Cassandra, Vertica, GreenPlumn, MongoDB, Endeca 등
In-Memory	•Disk 보다 빠른 입출력 속도 이용 •단일 노드 제약의 극복을 위해 압축 기술과 그리드 컴퓨팅으로 확장성 확보	•R, Revolution R, Volt DB, SAP HANA, SAS in-memory, GridGain, Tableau 등
In-Data Base	•분석기능을 DB에 임베디드시켜 DB-응용서버 간 데이터 이동, 적재 부하 및 시간을 단축시키는 빅데이터 처리 DB	•SAS in-database, TeraData Aster 등

빅데이터 시스템 도입 후 활용 목적은 크게 시장상황 예측, 경영상 기회

대응, 숨은 니즈 발견 및 행동 변화 예측, 리스크관리, 유통데이터 생산 및 활용으로 나누어볼 수 있다(정보통신정책연구원, 2013). 시장상황 예측은 웹사이트 검색통계, 소셜 미디어 분석 등을 바탕으로 시장 상황을 예측하는 데 활용한다. 미국에서는 소비지출을 예측하기 위하여 소비자실태조사지수 설문조사를 실시하였는데, 설문조사 결과보다 ‘구글 트렌드(Google Trends)’를 활용한 결과가 더 높은 것으로 나왔다(Google, 2013).

경영상 기회 대응은 공공데이터 또는 외부 데이터를 내부 데이터와 결합하여 경영상 기회에 대응하는 것을 의미하고, 기존 분석에서 내부 데이터만을 활용하였다면, 기회 대응을 위해서는 외부데이터를 활용하는 것이 차이점이라 할 수 있다(가회광, 2014).

숨은 니즈 발견 및 행동변화 예측은 소비자의 숨겨진 니즈를 발견하고, 행동 변화를 예측하는 것은 매우 어려운 일이지만, 빅데이터를 활용하면 다양한 형태의 정보를 바탕으로 소비자의 행동 패턴을 파악할 수 있으며, 숨겨진 니즈와 행동 변화를 예측할 수 있다(Mckinsy, 2012). 빅데이터를 활용한 사례는 자동차 회사가 고객의 운전습관 분석 및 고객의 행동 패턴을 파악하여 고객 만족도를 향상한 경우, 호텔 고객 자료를 분석하여 핵심고객 선별 및 집중한 경우, 모바일 회사가 이탈 고객에 대한 패턴을 분석하여 고객 이탈을 최소화한 경우 등 다양하다.

리스크관리는 소비자가 제품 또는 서비스에 대한 불만 감소와 기업의 위험요인을 사전에 파악하여 사전에 위험을 제거하는 것을 의미한다. 빅데이터를 활용한 리스크관리 사례로는 이메일, 콜센터 및 온라인 VOC 상에서 발생한 빅데이터에서 고객 불만 키워드를 자동으로 추출하여 고객 불만을 파악한 후 서비스를 개선하고 새로운 서비스를 개발한 사례다. 미국 국세청은 납세 정보 DB와 소셜 미디어 정보를 활용하여 위험에 대한 사전감지 시스템을 구축하였다. EU는 의료정보시스템을 이용하여 웹 정보를 수집한 후 위험을 경고하는 시스템을 구축하였다.

유통데이터 생산 및 활용은 기업이 제품 및 서비스를 판매하기 위해서 구축한 유통네트워크에서 발생한 데이터를 생산 및 영업 전략에 활용하는 것을 의미한다. 어떤 패션업체는 전 세계 판매점별 데이터를 실시간으로 수집 및

분석하는 시스템을 구축하여 매장별, 품목별 적정재고관리 및 영업 전략으로 활용하고 있다. 유통업체는 상품에 대한 가격 결정을 기존 구매단가에 의한 방법에서 빅데이터를 통한 방법으로 변경하였다. 실시간 점포재고, 경쟁업체 가격, 날씨예보, 고객정보 등 다양한 정보를 활용하여 최적 가격을 책정하였으며, 적정 재고관리가 가능해져, 매출향상 및 비용을 절감하는 효과를 얻을 수 있었다(가회광, 2014).

2) 스마트 팩토리와의 관계

제품 생산 현장에서 발생하는 각종 빅데이터를 제조 빅데이터라고 한다. 제조 빅데이터 기술 활용영역은 생산 프로세스 재구축을 위한 제조 빅데이터 활용과 생산 프로세스의 점진적 개선을 위한 제조 빅데이터 활용으로 구분할 수 있다(신장철 외, 2017). 빅데이터 제조시스템과 관련된 기술은 주로 제조 프로세스 및 현장 운영환경과 관련된 문제에 관심을 집중했다(오주환, 2019). 그러나 제조 빅데이터 시스템은 데이터 수집에서 시스템의 시각화 및 적용에 이르기까지 전체 프로세스를 지칭하는 데이터 수명 주기를 따른다(김지대 외, 2018). 오주환(2019)은 현장 공장운영과 관련하여 제조 빅데이터의 유형은 내부 데이터와 외부 데이터, 구조화 데이터와 비구조화 데이터로 분류할 수 있다고 하였다. 제조 프로세스 중에 수집된 내부 데이터는 원자재, 제품 또는 기계에 부착된 센서로부터 수집된 제조 명세, 작동 속도, 진동, 품질, 장비 로그 데이터 등이 포함된다. 또한 외부 데이터는 물류 데이터(POS 데이터), 원자재 정보 데이터, 고객 경험 데이터가 포함되며, 정형 및 비정형 데이터가 혼합된 경우가 대부분이다. 그리고 구조화된 데이터에는 원가분석 데이터, 생산일정 및 금액, 판매계획 및 성과와 같은 일상적인 데이터가 포함되는 반면 비구조화 데이터는 기계 로그 데이터, 나침반 감지 데이터, 비디오 및 오디오 데이터, SNS 데이터와 같은 요소가 포함된다(오주환, 2019; 김지대 외, 2016; Chi, 2014; He, Wang, 2018).

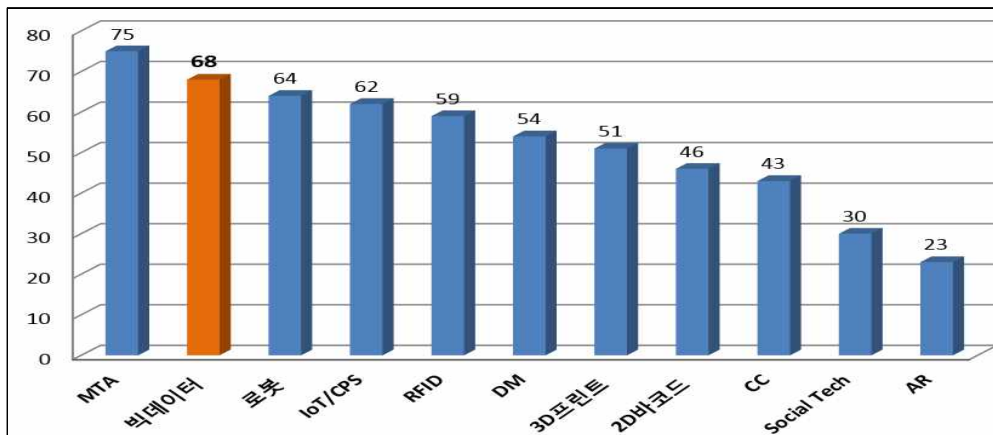
이와 같이 빅데이터는 새로운 가치를 창출할 수 있는 잠재력을 가지고 있는데, 그중에서도 제조 분야가 가장 큰 잠재력을 가진 분야 중 하나라고 할 수 있다(오주환, 2017). 그 이유는 제조업에서는 일찍이 설계, 생산 과정의

자동화와 정보시스템 등을 도입하였는데, 제품의 품질과 제조 공정의 효율성을 높이기 위하여 바로 이러한 기술들을 통해 생성된 데이터를 분석하여 그 결과를 활용하였다는 점이다(노규성, 박상휘, 2014; Hessman, 2013).

제조 빅데이터를 이전에는 설비의 예방정비 분야와 같이 주로 특정 분야 위주로 한정해서 사용하였다면, 현재는 빅데이터의 분석기술 발전으로 그 폭을 넓혀서 통합적인 의미로 사용하고 있다(노규성, 박상휘, 2014; He, Wang, 2018). 그러므로 제조 빅데이터 기술은 제조 과정에서 생성되는 다양한 정형 또는 비정형의 제조 빅데이터를 이용하여 생산 공정을 구조적으로 재구축할 수 있으며, 제조 빅데이터의 분석 및 활용은 최적의 생산 프로세스의 구축, 생산성 및 품질 개선, 생산 리드 타임 단축 등과 같은 측면에서 생산 프로세스를 재구축할 수 있게 한다(오주환, 2019). 한편, 제조 빅데이터 기술은 작업 방법의 효과성, 생산성 및 품질 성과, 신제품 성과와 같은 항목들을 실시간으로 모니터링하여 생산 프로세스의 점진적 개선을 달성하게 해줄 수 있다(오주환, 2019)

스마트 팩토리의 가치사슬 통합 영역은 내부통합과 외부통합으로 구분할 수 있다. 내부통합은 스마트 팩토리 구축범위가 기업 내부의 가치사슬 단계에 해당하는 구매, 생산, 판매 등이 공동협력과 통합에 한정된 경우를 의미하며, 외부통합이란 스마트 팩토리를 구축하여 공급자, 제조업자, 유통업자 등의 외부 가치사슬 단계들의 공동협력과 통합을 이끌어 내는 경우를 가리킨다(신장철 외, 2017; 조용주, 2017; Veza, Mladineo, Gjeldum, 2015). Wang, Wan, Li, and Zhang(2016)은 “스마트 팩토리 구현을 위한 내부통합은 기술적으로 제조 현장의 액추에이터 및 센서, 설비제어, 생산관리, 기획, 제품 수주, 판매 등과 같은 기업 내부의 서브시스템들의 포함을 필요로 한다고 설명”하고 있다. 스마트 팩토리 구현을 위해 현장의 액추에이터와 센서 신호가 기업 상위 수준에서 다양한 부서들에 공유될 필요가 있기 때문이고, 그 이유는 스마트 팩토리의 수직적 통합을 통하여 얻은 내부의 방대한 빅데이터 자료를 바탕으로 개인 맞춤형 제품의 스마트한 생산시스템의 구현이 가능하며, 생산 공정에 낭비를 제거할 수 있기 때문이다(조용주, 2017). Mrugalska, Wyrwicka(2017)은 “스마트 팩토리 기반의 외부통합은 새로운 가치를 창출한다.”고 설명하였다.

Wang et al.(2016)은 “제조업에서 4차 산업혁명의 실현을 위해서는 외부 통합의 구현이 필수적”이라는 것을 강조하였다. 외부통합은 다양하고 많은 기업과 경쟁하고, 협력을 통하여 효율적인 생태계를 형성할 수 있다는 것이다. 따라서 외부통합은 새로운 비즈니스 모델은 물론 가치 네트워크 형성을 실현할 수 있다(오주환, 2019). 빅데이터 기술 적용 분야는 각종 연구 개발부터 마케팅, 서비스 등에서 활발하게 활용되고 있으며, 제조 현장에서 나오는 많은 양의 데이터 적용 기회는 매우 다양하다. 실제로 제조기업을 대상으로 조사한 결과, 향후 제조업 운영 및 관리 방법을 바꾸는데 가장 큰 영향을 미치는 요소로 68%가 빅데이터 분석으로 응답했다. 그만큼 빅데이터는 제조 산업 발전에 있어 유용한 수단이라 할 수 있다(유영난, 2016).



주) MTA : Mobile Technology and App, DM: Digital Manufacturing, CC: Cloud Computing

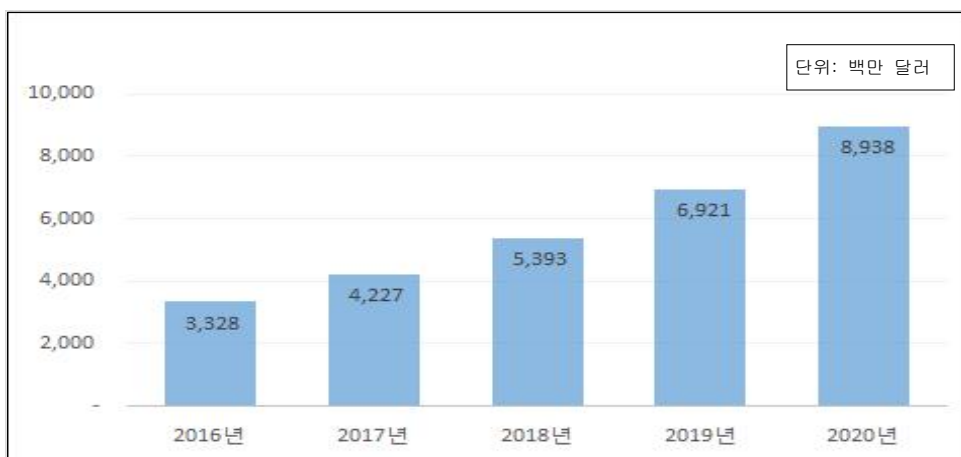
(SCM World MESA. International Survey. 2015(단위: %, n=166) 재구성)

[그림 2-2] 미래 제조업 운영 및 관리를 이끄는 핵심요소

국내 스마트 팩토리 운영시스템의 정의는 광의의 개념으로 제품의 기획 및 설계, 생산, 그리고 유통 및 판매 등 전 과정을 IT로 통합하고, 최소의 비용과 시간으로 고객 맞춤형 제품을 생산하는 공장 운영시스템을 말한다. 협의의 정의는 Man, Machine, Material, Method, Energy(4M1E) 등 생산수단을 활용한 지능화된 공장 운영시스템을 말한다. 제조 혁신과정에서 스마트 팩트

리의 핵심은 빅데이터 분석을 기반으로 스스로 학습하고 실시간으로 변화되는 환경에 빠르게 대응할 수 있는 최적의 솔루션을 제공하는 것이다. 따라서 빅데이터 분석은 생산 현장에서 발생하는 데이터를 수집하고 통합하여 자율적으로 예측할 수 있는 지능형 분석 기술의 핵심이 된다.

제조업 가치사슬 프로세스는 크게 4단계로 제품 연구개발 단계, 설비 데이터를 활용한 품질관리가 가능한 제조공정 단계, SNS, 사진, 문자 등 비정형 데이터를 마케팅에 활용할 수 있는 영업마케팅 단계, 제품 고장을 진단하고 고객의 패턴을 분석할 수 있는 사후관리 단계로 나누어 볼 수 있다. 빅데이터 분석 시스템은 제조공정 내에서 스마트 팩토리 핵심기술인 IoT, CPS 등과 연계하여 부품 불량감지 센서 데이터를 분석하고 적정 재고 수준을 계산하여 제공하며 생산량을 관리할 수 있다. 복잡한 생산과정에서 발생하는 정보를 하둡 기반기술을 통하여 실시간 분석하고, 텍스트 마이닝과 프로세스 마이닝 등을 통하여 불량 및 품질예측, 제조 공정 개선이 가능하기 때문이다(유영난, 2016). [그림2-3]은 2020년까지 빅데이터 시장 추이 및 예상 규모를 나타낸 것이다.



출처: 한국과학기술정보연구원(KISTI)

[그림2-3] 빅데이터 시장 추이 및 예상 규모

빅데이터의 중요성이 부각되면서 빅데이터 관련 시장도 큰 폭으로 성장하

고 있다. [그림2-3]에서 제시한 바와 같이, 국내 빅데이터 시장은 2020년까지 9억 달러 규모로 성장할 것으로 예상된다. 2016년 이후 매년 20% 이상의 높은 성장세를 보일 것으로 전망된다(김강원, 2017). 빅데이터가 생산 효율을 증대시킬 수 있다면 어떤 부분에서 활용 가능한지 확인이 필요하다. 우선 제조 현장에서 취합 할 수 있는 센서와 기계, 장비 간의 방대한 데이터 수집에 활용할 수 있다(이유미, 2017). 현재 센서기술의 발달로 제조 설비 및 부품, 제품에 센서를 부착하여 제품이 생산되는 전 과정을 모니터링할 수 있고 이를 통해 방대한 데이터를 수집 및 분석하여 생산에 활용이 가능하다(이훈혜, 2013). [표2-8]은 제조업 관련 빅데이터 기술을 데이터 수집, 저장·관리, 분석·활용 측면에서 설명한 것이다

[표2-8] 제조업 관련 빅데이터 기술

프로세스	관련기술	설 명
수집	센서	•현재에는 제조업 공정의 효율화, 미래에는 IoT, 웨어러블 기기, 자율주행차 등의 등장으로 센서의 발달이 빅데이터 생성 및 수집에 있어 큰 역할
저장/관리	클라우드	•빅데이터와 같은 대용량의 자료 저장 및 관리를 위해서는 클라우드와의 결합이 필수적이며 특히 대기업의 경우 사내 클라우드 구축이 큰 이슈로 떠오름
분석/활용	SW	•빅데이터 분석과 활용에 있어서 drag & drop으로 사용 가능한 편리한 UI를 지닌 솔루션을 개발하기 위해서는 SW 역량이 뒷받침되어야 함

출처 : 이유미(2017) 재인용.

최신 센서를 이용하면 전송된 정보에 대한 관리자의 피드백이 이루어질 수 있고 기계 사이의 상호 통신을 통해 작업 지시를 자동화시켜 효율성을 높일 수 있다. 데이터를 분석하여 최적의 투입량을 찾아 자원을 절약할 수 있고 모터나 드릴 비트와 같은 생산 장비의 노후 정도를 모니터링하여 제조 과정에서 발생하는 결함을 최소화할 수 있다. 유지 보수 효율성을 높이면 수리비용의 10~40%를 절감할 수 있으며, 불량품이 제작된 환경 요인을 분석하면 불량률을 낮추기 위한 자료로도 활용할 수 있다(이유미, 2017).

빅데이터가 제조업에서 활용될 수 있는 분야는 크게 3가지로 구분된다. 첫째, 제조 장비 데이터이다. 제조 장비 데이터는 자동화 장비의 동작이 로그 파일 형태로 저장되었지만, 그 활용은 예상치 못한 고장이 있을 경우 문제 파악을 위한 분석용으로만 사용되었다. 기존 텍스트로 저장된 로그 데이터를 분석하고 패턴을 찾아내 비정형 데이터 분석에 사용될 수 있으며 이를 다시 정형화된 데이터로 바꾸어 준다(이유미, 2017). 둘째, 기존 제조데이터와 더불어 제조 운영에 간접적으로 영향을 주는 다양한 데이터를 통합시킬 수 있다. 과거에는 부서별로 데이터를 관리하고 전사적인 통합은 이루어지지 않아 효율적으로 관리 되지 못한 부분이 있었다. 데이터를 통합하면 제조와 연관된 모든 조직이 단일 정보 시스템 환경에서 최적의 의사 결정을 내릴 수 있을 것이다(이유미, 2017). 셋째, 마케팅 활동과 제품 설계에 활용될 수 있다. 과거에는 데이터 분석이 제한적으로 사용되었으나 현재는 텍스트 마이닝 기법을 통해 더욱 구체적으로 고객의 니즈를 파악할 수 있다. 이를 통해 품질 개선과 제품 생산 비용 절감 부분에 긍정적 효과를 얻을 것으로 보고 있다(장영재, 2012)

스마트 팩토리에서 직접 빅데이터를 생산하는 시스템은 IoT, RFID, Sensor 등과 관련된 시스템이 있고, SCM을 통한 공급 관련 시스템과 MES 등이 대표적이다. MES는 원자재 투입부터 공정, 제품생산까지 생산의 모든 과정을 데이터로 기록하여 생산의 효율을 높일 수 있는 최적화된 정보를 제공하는 통합 생산관리 시스템으로 생산시점관리(Point Of Product: POP) 시스템으로부터 생산실적, 비 가동실적, 설비 이상 정보를 ERP 시스템으로부터 제품 재고, 생산 오더, 기준정보 등을 정보원으로 생산관리, 공정관리, 설비관리, 품질관리 기능을 수행하는 통합 생산관리 시스템이다(김재성, 2017).

빅데이터 시스템을 기반으로 스마트 팩토리를 구축한 대표적인 사례는 독일의 지멘스사로 스마트 팩토리를 구축하여 운영 중인 대표적인 기업이다. 지멘스는 암베르크에 세계 최고의 지능형 공장으로 불리는 생산 공장을 갖추고 수십 개의 컨베이어 벨트에서 로봇들이 ‘시스템 컨트롤러’라는 전자 부품을 만들고 있다. 이 스마트 팩토리에서는 빅데이터를 활용하여 공정을 자동화하였고, 컴퓨터가 연간 182억 건이 넘는 데이터를 분석하고 있다.

3) 선행연구 정리

빅데이터 관련 연구는 개념 측면에서 접근하거나, 빅데이터 하드웨어 및 소프트웨어 또는 사례를 중심으로 한 연구가 주를 이루고 있다. 안창원, 황승구(2012)는 빅데이터의 주요 기술과 이슈를 조사하여 제시하였다. 주요 국가 및 기업의 빅데이터 추진 동향과 활용 현황을 분석하고, 빅데이터 기술 특성, 기술 구성, 오픈소스 기술에 대한 내용을 제시하였으며, 빅데이터 도입을 위한 이슈로 데이터 생태계 구축, 핵심 기술 개발, 전문 인력 양성을 제시하였다(가회광, 2014). 김정숙(2012)은 "정형 및 비정형데이터를 통합하여 기업에 의미 있는 결과를 제공해줄 수 있는 핵심 분야로 빅데이터 활용방법과 관련 분석기술 및 인프라 기술에 관해 주장"하였다.

텍스트 마이닝, 오피니언 마이닝, 소셜 네트워크 분석 등을 통하여 의미 있는 정보를 추출하고 활용하기 위한 방안을 제시하였다는 의의가 있으나 기술 및 관련 사례를 중심 연구로서의 한계점을 가지고 있다. Chen et al.(2012)은 기업에서 빅데이터를 사용한 사례를 중심으로 빅데이터 도입 및 활용에 대한 방안을 제시하였고, McAfee & Brynjofsson(2012)의 연구에서는 빅데이터가 기업에 줄 수 있는 전략적 가치 측면에서 연구하였다. Waller & Fawcett(2013)은 "공급사슬 측면에서 빅데이터의 활용 가능성에 대해 제시하였다. 빅데이터를 활용함으로써 기존 SCM 예측 및 분석 방법을 효과적으로 개선할 수 있으며, 빅데이터의 활용은 향후 SCM 성과에 영향을 미칠 것이라 주장하였으며, 주요 분야별 활용 방안을 제시"하였다.

최근에는 스마트 팩토리 구축과 관련한 제조 빅데이터 활용 측면의 연구가 활발히 진행 중이다. 김재성(2017)은 자동차 부품 제조공정에서 발생하는 4M 관련 데이터를 활용하여 스마트 팩토리 구축을 위한 빅데이터 분석 적용 방안을 연구하였다. 이유미(2017)는 스마트 팩토리과 빅데이터와의 관계에 대한 선행연구를 하고, 컨베이어 제조 라인에서 빅데이터 기술 접목을 통해 스마트 팩토리 구축을 위한 프로토타입을 개발하는 사례를 연구하였다. 실험을 통해 물리적 데이터가 IoT 기술과 연계되어 클라우드 빅데이터로 전송되는 것을 확인하였다. 유영난(2016)은 스마트 제조를 위한 빅데이터 기술 수준 분

적 연구에서 스마트 제조산업에서 빅데이터의 적용에 관한 선행연구를 통해 제조환경에서 빅데이터가 어떻게 적용되는지 확인하였다. 김장수(2017)는 센서 네트워크상에서 수집된 시공간 빅데이터를 이용하여 인-네트워크 질의 성능을 향상하기 위한 방안을 기존 시스템에 도입하였고, 복잡한 질의 및 빅데이터 분석 시 분산저장 및 병렬처리를 지원하는 우위 시스템을 제안하였다. 김지대(2018) 등은 한국전자통신연구원이 5개 중소제조기업에 제조 빅데이터 기술을 이전시킨 사례를 분석하여 스마트 팩토리의 핵심기술인 빅데이터 기술을 중소제조기업에 이전시키는데 어떤 요인이 중요하게 영향을 미치는지를 연구하였다. [표2-9]는 빅데이터 분석과 관련한 주요 선행연구를 요약 정리한 것이다.

[표2-9] 빅데이터 관련 선행연구 요약

연구자	이론적 배경 및 선행연구
가회광 (2014)	•빅데이터(Big Data) 도입의도에 미치는 영향요인에 관한 연구 -기업의 빅데이터 도입 영향요인 파악을 위해 정보시스템 성공요인, 전략적 가치 인식 요인, 정보시스템 도입 환경 및 선행연구를 통해 빅데이터 도입의도에 영향을 주는 요인을 도출 -통계분석 결과 전략적 가치 인식 요인과 산업내부 환경요인이 빅데이터 도입의도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타남
김장수 (2017)	•빅데이터 기반 시공간 센서 데이터 처리 시스템 -데이터 처리는 수집, 저장, 처리, 분석, 표현 5단계로 구성 -분산 빅데이터 처리에 적합한 하둡 에코시스템과 회귀, 군집, 시계열분석 등 다양한 분석을 R을 사용 하둡 시스템과 연동시킴
박홍수 (2018)	•빅데이터 분석 기반의 생산계획 수립 및 결정에 관한 연구 -주문 및 예측생산을 하는 제약 조건에서 과립형 제품을 제조하는 기업을 대상으로 생산 일정계획과 재고의 최적화에 대해 연구 -기존 경험을 통한 생산일정 수립과 ERP에 저장된 데이터를 기반으로 미래 수요 예측 시뮬레이션을 통해 도출된 생산일정 계획과의 차이를 비교하여 새로운 생산일정계획 수립방법 제시
우현종 (2015)	•빅데이터의 정체성 규명과 의사결정 만족도에 관하여 연구함 -가치혁신, 사회영향, 무결성, 온전성이 의사결정만족도에 미치는 영향 연구
이도형 (2019)	•중소기업의 빅데이터 활용에 관한 연구 -빅데이터 활용으로 중소기업의 데이터 활용능력을 증대시키는 조직적, 기술적, 환경적, 정책적 측면에서 주요인식요인을 도출

이인배 (2018)	•산업 IoT기반 공장데이터 수집 분석을 활용한 불량 요인 예측 방법 연구 -IoT기술을 공장의 중요한 생산설비에 적용하여 공장에서 발생하는 데이터를 최적으로 관리하고 운용하는 방법을 제시 -수집 데이터가 품질 관련 중요 변수로 관리되도록 하는 방법, 생산효율에 의한 제조원가 절감, 품질경쟁력 향상시키는 IoT기반 SF 구축과 데이터의 수집, 관리, 분석에 대한 방법을 제시
이재성 (2014)	•기업의 빅데이터 활용 유형별 적용 방안 및 효과분석 -기업이 활용 가능한 빅데이터 대표 유형인 정형데이터, 비정형 데이터 그리고 정형·비정형 결합데이터 적용 사례를 비교 및 고찰하여 데이터 유형에 따른 적용 영역과 적용 효과 차이를 연구

제 3 절 기술수용모형

1) 기술수용모형 정의

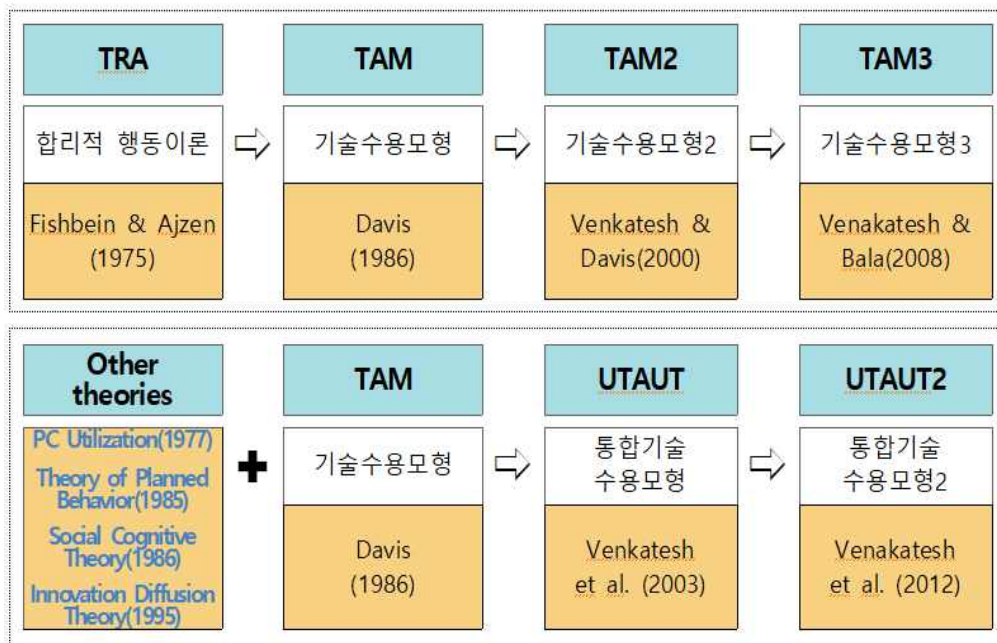
기술수용모형(Technology Acceptance Model: TAM) 연구는 기술수용 관련해 많은 이론 모형들과 관련된 여러 학문 분야들의 융합이라고 볼 수 있다. 기술수용모형 연구는 사회심리학, 심리학, 인간 행동이론, 행동 사회이론, 사회인지 이론, 정보 시스템 등에 이론적 근거를 두고 있다(Venkatesh et al., 2003; Chiu et al., 2010). TAM은 Davis(1989)가 Fishbein & Ajzen (1975)에 의해 개발된 ‘합리적 행동 이론(Theory of Reasoned Action: TRA)’을 기반으로 개발하였다.

Davis(1989)가 소개한 최초의 TAM은 혁신, e비즈니스 또는 새로운 기술 적용의 수용의도와 관련한 영감을 주면서 적정성을 유지하고 있다. Fishbein and Ajzen(1975)은 “사용자가 새로운 기술을 수용하려 할 때 많은 변수가 어떻게 그리고 언제 사용될지에 대한 선택에 영향을 미치게 된다.”고 하였다. Fishbein & Ajzen(1975)이 제안한 TRA를 시작으로 이후 Davis(1986)가 TAM을 제안하였다. 김진원(2018)은 “TRA에서는 인간의 행동은 태도가 의도에 영향을 미치고, 의도는 행동에 영향을 준다는 인지적 프로세스를 통해 인과관계를 나타내고, 인간은 합리적 이성을 가진 존재이기 때문에 인간의 행동은 행동에 대한 의도(behavior intention)가 영향을 주며 의도는 행동에서 태도가 영향을 미쳐 어떤 행동에 대한 의도를 파악하면 그 행동을 예측할 수 있다.”고 하였다.

Vennkatesh와 Davis(2000)가 TAM을 수정 및 보완하여 TAM2를 제안하였다. 또한, Venkatesh와 Bala(2008)는 기존 이론을 더욱 발전 시켜 TAM3을 연구하였다. 한편, Venakatesh et al.(2003)은 TAM과 다른 이론들을 이용하여 통합기술수용모형(Unified Theory of Acceptance and Use of Technology: UTAUT)을 제안하였다. 현재 Venkatesh et al.(2012)이 제안한 UTAUT2까지 다양한 형태로 발전되어 왔다.

[그림2-4]는 기술수용 모형의 발전 과정을 보여준다. TAM은 TRA를 기초로 하여 Davis와 Venkatesh에 의해 순차적으로 발전해 왔음을 알 수 있다.

그러나 UTAUT는 Davis가 제안한 TAM과 PC 활용모형(Model of Pc Utilization)(1977), 계획된 행동이론(Theory of Planned Behavior)(1985), 사회 인지 이론(Social Cognitive Theory)(1986), 혁신확산이론(Innovation Diffusion Theory)(1995) 등 다양한 이론이 결합되어 생성되었다. Venkatesh는 TAM2를 Davis와 함께 개발하고, TAM3의 개발에도 관여하였다. Venkatesh는 UTAUT 개발에 주도적으로 참여하였다.



[그림2-4] 기술수용모형의 발전 과정

[표2-10]은 기술수용모형과 기술수용모형에서 발전한 다양한 모형에 관한 내용을 정리한 것이다. TAM은 기본적으로 새로운 기술을 수용할 때 이용자에게 영향을 미치는 결정적인 요인이 무엇인지를 설명하는 것이다. 따라서 TAM의 적용에서 기본적인 가정은 이용자의 신념 또는 의도는 태도에 영향을 주고, 태도는 행동의도에 영향을 미치며 의도는 실제 사용 행위에 영향을 미친다는 것이다(Davis, 1989)

[표2-10] 기술수용모형 요약

모형	주요내용
TAM (Technical Acceptance Model)	•사용자 행동을 설명하여 컴퓨터 수용의 결정 요인에 대한 이해를 제공 •행동의도(Behavioral Intention)는 인지된 유용성, 태도에서 시스템 사용에 따라 결정
TRA (Theory of Reasoned Action)	•사회심리학을 기초로 인식 행동의 결정 요인 분석 •사람의 특정 행동은 수행 의도에 의해 결정 •통제 불가능한 환경 변수와 제어 가능한 의도가 사용자 행동에 미치는 영향을 직접적으로 나타냄 •행동에 영향을 미치는 모든 요소는 태도, 주관적 규범 또는 그 가중치에 간접적으로만 영향을 미칠 수 있음
TAM1	•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 감소하여 TAM에서 제거
TAM2	•인지된 유용성(Perceived Usefulness) 선행요인 확장에 기반 •사회 영향 프로세스(주관적 규범, 임의성 등)와 인지적 수단 프로세스(작업 관련성, 결과 품질, 결과 논증 가능성)로 확장하여 이론적 구조 통합 •주관적 규범을 포함하면 행동의도가 직접적으로 또는 인지된 유용성을 통해 영향을 받는다는 점을 강조
TAM3	•인지된 사용 용이성의 구성에 의해 확대 •의사 결정의 기반(컴퓨터 자기 효능감, 컴퓨터 불안, 컴퓨터 장난기, 외부 통제의 인식)과 조정프레임(인지된 즐거움과 객관적인 유용성)기반으로 Venkatesh & Bala(2008)는 인지된 사용의 용이성 결정 요인 모델
UTAUT (Unified theory of acceptance and use of technology)	•TRA, TAM, 동기부여 모형, 계획된 행동 이론(Theory of Planned Behavior: TPB), TAM과 TPB 결합 모형, PC활용 모형, 혁신확산 이론, 사회인지 이론 등과 확장모형 비교하여 8가지 모형 요소를 통합한 모형을 개발 •개별 모델의 탐색적 힘과 핵심 중재 영향을 결합 및 포괄하여, UTAUT는 간략한 구조를 유지하면서 누적적 이론으로 발전
UTAUT2 (Unified theory of acceptance and use of technology 2)	•UTAUT는 행동 의도가 기술사용에 직접적인 영향을 주고 TRA 및 TAM과 달리, 행동 의도 외 촉진조건도 사용행동에 직접적인 영향을 미침 •UTAUT에 기초, 직접적으로 소비자 기술의 맥락에 적용되도록 설계된 모형으로 행동의도의 3가지 새로운 결정요인(쾌락동기, 가격가치, 습관)은 UTAUT에 의해 채택된 구조에 추가되고 습관 구성은 사용과 연관

출처: 길형철(2019). 연구자가 재구성함.

2) Elizabeth & Michael 모형

새로운 IT 관련 기술, 시스템, 제품 또는 서비스의 수용과 관련하여 이용자 또는 사용자의 수용의도와 관련한 연구는 기술수용모형을 기초로 하였다. 수용의도에 영향을 주는 심리적 요인, 시스템적 요인, 환경적 요인을 추출하고 이들 요인과 수용의도 또는 수용 결과와의 관계를 모형화한다. 기술수용모형을 적용한 IT 관련 연구는 다양하게 진행되어 왔다. Barua et al.(1995)는 IT 투자로 인한 기업의 생산성 향상은 일반적으로 중립적이거나 부정적인 것으로 주장하였다. Tallon et al.(2000)은 “기업의 IT 투자로 인한 가치 창출 여부에 대하여 정량적인 성과 평가에 의해 이루어지는 것이 아니라 IT 담당 임원의 자각에 의해 평가한다.”고 주장하였다.

Quinn & Baily(1994)의 연구에서는 “IT시스템은 기존 업무 프로세스에서 처리할 수 없었던 대량의 데이터를 효과적으로 수집하고 처리함으로써 업무능력을 향상시키고, 경영자에게 유용한 정보를 제공해주고, 업무 및 프로세스 개선을 위한 데이터분석을 가능하게 함으로써 기업의 생산성을 향상시킨다.”고 주장하였다. IT 투자와 관련한 연구에서는 IT 투자와 기업의 성과와의 관계에 대해 직접적인 인과관계를 설정하였다. 그러나 Li & Ye(1999)는 “IT 투자에 대한 성과는 기업의 환경적 요인, 전략 등 다양한 요인에 의하여 영향을 받으며, CIO 및 CEO의 전략에 대한 인식이 중요한 요인으로 작용할 수 있다.”고 주장하였다. Lee et al.(2001)은 기업의 IT 활용에 따른 다단계 가치모형을 형성하기 때문에 IT와 연결된 다양한 요인에 의해 성과가 창출된다고 제시하였다. 이를 측정하기 위하여 “IT 비즈니스 가치 모형은 개시 비용, 사이클 타임, 재무비용 유지, 외부 파트너 제어, 마케팅 활동 등과 같은 다른 변수를 포함하여 측정하였으며, 결론적으로 IT가 투자 수익을 발생시키기 위해서는 IT와 연결된 다양한 변수를 관리하여야 한다.”고 주장하였다.

Elizabeth & Michael(2004)은 전자상거래(e-Commerce) 수용 관련 연구를 진행하였는데, 정보기술의 전략적 가치 인식이 기업의 정보시스템 도입에 영향을 미치는 것을 발견하고 운영지원, 경영 생산성 및 전략요인을 반영하여 연구 모형을 제안하였다.

본 연구에서 전자상거래 수용의 전략적 가치와 도입과의 인과관계를 가설로 설정하고 이를 측정하였으며, 전략적 가치 인식이 기업의 전자상거래 수용의도에 높은 영향을 미치는 것을 밝혔다. 가회광(2014)은 빅데이터 도입의도에 영향을 미치는 영향 요인에 관한 연구에서 Elizabeth & Michael모형을 적용하였다. 이 연구에서 전략적 가치 인식을 제품 및 서비스 측면, 경영 생산성 측면 그리고 의사결정 지원 측면으로 구분하였고, 기업규모, 업종, 매출액, 종사자 규모에 따라 전략적 가치 인식 및 환경 요인 수준의 차이를 연구하였다.

3) 선행연구 정리

기술수용모형은 웹사이트 이용자들이 이를 사용하는 요인을 설명하는 데 이용되었고(Lin et al., 2000), 온라인 뱅킹 기술의 수용에 관한 연구에도 이용되었다(Lee, 2009). 김태호, 김학선(2016)은 개인적 혁신성이 배달 앱 사용자의 수용의도를 분석하는데 TAM을 적용하였다. 길형철(2019)는 스마트 팩토리 수용에 관한 연구에서 TAM과 IS 성공모형을 적용하기도 하였다. 최근에는 새로운 기술, 시스템, 제품 또는 서비스의 수용도에 대한 연구에서 여러 기술수용모형을 적용하고 있다. 이호기(2019)는 통합기술수용이론(UTAUT)을 기초로 하여 인터넷 전문은행을 이용하려는 사용자 의도에 성과기대, 노력기대, 사회적 영향, 촉진조건, 쾌락적 동기, 습관 등 심리적 요인과 인구통계학적 특성이 어떠한 경로로 영향을 미치는지 실증연구하였다. 김기봉(2019)는 확장된 통합 기술수용(UTAUT2) 모형을 적용하여 드론기술 사용의도와 이에 영향을 미치는 성과기대, 노력기대, 사회적 영향, 촉진조건, 쾌락적 동기, 가격효용 그리고 습관 등과의 관계를 연구하였다. 김영수(2018)는 3D 프린팅 기술 수용의도 분석에 UTAUT모형을 적용하였고, 김지원(2018)은 모바일 공연영상 서비스 수용의도 연구에 UTAUT2모형을 활용하기도 하였다. 안용준(2018)은 ICT융합 기술을 볼링 참여자들의 수용의도를 분석하기 위해 UTAUT모형을 적용하였다. 소비자 혁신성, 볼링 몰입이 통합기술수용이론(UTAUT)의 주요 변인인 성과기대, 노력기대, 사회적 영향 등과의 관계를 연구하였고, 통합기술수용이론(UTAUT)의 주요 변수가 볼링 참여자의 수용의도에 미치는 영향을 연구하였다. 김정익, 이국철(2015)는 부동산 분야에서 빅데

이터 도입의도에 관한 연구에서 Elizabeth & Michael 모형을 적용하여 설명변인을 도출하기도 하였다. [표2-11]은 기술수용모형에 관한 주요 선행연구를 정리 및 요약한 것이다.

[표2-11] 기술수용모형 관련 선행연구 요약

연구자	이론적 배경 및 선행연구
김기봉 (2019)	•확장된 통합기술수용모형(UTAUT2)을 적용한 드론기술 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구 -사용 가능한 경제적 지원과 새로운 기술사용을 위한 서비스 인프라 조건, 체계적인 조직과 기반시설 조성이 드론산업 확산에 영향을 미치는 것을 확인
김영수 (2018)	•UTAUT모형을 통한 기업의 3D 기술 수용의도 분석 -경제성, 기술성, 환경성을 대표하는 출력 단가, 시간, 소재, 품질과 형상 자유도, 학습 정도, 3D 콘텐츠, 안전성, 정부지원을 독립변수로 하여, 3D 프린팅 산업에 대한 사회환경 융합형 UTAUT 모델을 통해 3D기술 수용의도를 분석
김진원 (2018)	•UTAUT2 활용 모바일 공연영상 서비스 수용의도 관련 연구 -평균시청 시간, 실관람 횟수를 측정하여, UTAUT2모형 관련 성과 기대, 노력기대, 사회적 영향, 촉진조건, 쾌락적 동기, 습관적 동기가 수용의도에 미치는 영향 조사
Barua et al. (1995)	•Information Technology and Business Value : An Analysis and Empirical Investigation -전략사업부(SBU) 또는 손익센터의 성과에 대한 IT영향을 연구하기 위해 사후측정을 위한 新프로세스 지향 방법론을 제안
Chiu et al. (2010)	•Early versus potential adopters : Exploring the antecedents of use intentions in the context of retail service innovations. -키오스크 기술의 사용의도에 영향을 미치는 요인과 선행 요인에 대한 인식이 잠재적 및 초기 채택자에 따른 차이를 연구 -기술수용 및 사용에 대한 통일된 이론과 기술준비(TR) 개념을 기반으로 제안된 프레임워크는 채택 의도의 기본 요소를 식별
Davis, F. D. (1989)	•Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology -사용자 수용의 기본결정 인자로 가정된, 유용성 및 사용 용이성이라는 특정 2변수에 대한 새로운 척도를 개발하고 검증.
Elizabeth, Michael (2004)	•Electronic Commerce Adoption: An Empirical Study of Small and Medium US Businesses -전자상거래(e-Commerce) 수용 측면을 정보기술의 전략적 가치의 인식이 기업의 정보시스템 도입에 영향을 미치는 것을 발견하고 운영지원, 경영 생산성 및 전략요인을 반영하여 연구모형을 제안

Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975)	•Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research. -합리적 행동이론(TRA)은 행위에 대한 태도, 주관적 규범이 행동 의도에 영향을 미친다는 사실에 근거하여 개인의 행동예측을 위해 행동의도를 측정.
Lee, M. C. (2009)	•Factors influencing the adoption of internet banking: An integration of TAM and TPB with perceived risk and perceived benefit. -인식된 위험이론에서 재무, 보안, 개인정보 보호, 성능, 사회적 및 시간 위험의 특정 위험측면을 변수로 하는 TAM 및 계획된 행동 이론(TPB)으로 온라인뱅킹 사용의도를 설명하는 모형 제안
Lin, J. C. C., & Lu, H. (2000)	•Towards an understanding of the behavioural intention to use a web site. International journal of information management -인터넷은 기업이 저비용으로 고객에게 접근이 가능하여 웹 사이트에 대한 고객의 인식에 영향을 미치는 영향의 연구가 필요 -연구결과 TAM이 인터넷 환경에서도 사용 행동을 완전히 중재하여 사용 편차의 64 %를 차지한다는 것을 보여줌.
Tallon et al. (2000)	•Executives' Perceptions of the Business Value of Information Technology -IT의 기업 목표를 불일치 초점, 운영 초점, 시장 초점 및 이중 초점의 4 가지 유형 중 하나로 분류 하여 전략적 조정 및 IT 투자 평가와 같은 관리 관행이 더 높은 수준의 IT 비즈니스 가치에 기여한다는 사실을 발견
Venkatesh, V. et.al. (2003)	•User acceptance of information technology: Toward a unified view -정보기술수용 연구와 문헌연구를 통해 8가지 주요 모델인 합리적 행동이론, 기술수용모델, 동기부여모델, 계획된 행동이론, 기술수용 모델과 계획된 행동이론 결합 모델, PC 활용모델, 혁신확산이론을 추출하고 신기술도입에 따른 수용 원인을 연구
Venkatesh, V. Davis, F. D. (2000)	•A theoretical extension of the technology acceptance model -확장모형TAM2는 4개의 조직(N=156)에서 2개의 자발적 사용과 2개의 필수 사용에 대해 수집된 종단 데이터를 사용하여 검증 -확장된 모형은 3가지 측정 모두에서 4개의 조직 모두에 연관되어 유용성 인식 차이의 40-60%와 사용의도 차이의 34-52% 차지
Venkatesh, V. Bala, H. (2008)	•Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions -개별 IT 채택 및 사용의 결정 요인 통합 모델, 제안된 통합 모델을 실험적으로 테스트하고 직원의 IT 채택 및 사용을 향상시킬 수 있는 잠재적 사전·사후 구현 개입에 중점을 두고 연구 의제 제시

제 4 절 전략적 가치 인식과 환경요인

1) 전략적 가치 인식

가) 생산·운영 요인

(1) 공장자동화

가회광(2014)은 기업이 전략적 가치 창출을 위한 목적으로 새로운 시스템의 도입 한다면 그 시스템의 가치는 증가할 수 있어 전략적 가치 창출을 위한 활동이 필요함을 지적했다. 기업이 새로운 기술에 대한 투자에 대한 결정은 최고경영자 측면에서 보았을 때 시스템의 전략적 가치에 따라 달라질 수 있다. 시장에서의 경쟁이 심화되면서 기업은 경쟁기업보다 기능, 가격, 서비스 측면에서 우수한 제품 및 서비스 개발을 통해 경쟁력 우위를 확보하기 위해 노력한다(김은영, 2011). 우수한 제품과 서비스 개발은 신규설비에 대한 투자를 통해 생산능력 향상, 제품의 품질 향상 및 고객 맞춤형 제품 생산과 같은 차별우위와 경쟁우위 확보를 통해 이루어진다(신준철, 2012).

스마트 팩토리 구축은 기존에 제조설비에 생산의 일부분 또는 전체를 자동화하고 생산설비 간의 연결화를 통해 시작된다. 신장철 등(2017)은 “설비의 자동화란 프로세스를 자동화하는 도구 측면으로써의 자동화로 사람이 수행하는 업무를 기계나 로봇으로 대체하여 설비 작동을 무인화하는 것을 의미한다.”라고 했다. 스마트 팩토리는 IoT, RFID, 로봇, Sensor, 3D 프린트 등과 같은 설비를 바탕으로 자동화를 구축한다. 4차 산업혁명의 주창자인 독일의 클라우스 슈밥(Klaus Schwab)은 3차 산업혁명의 기술인 인터넷에 디지털 기술, 바이오 기술 그리고 물리학 기술을 융합한 것이 4차 산업혁명 기술이라고 하였다. 다양한 설비에서 센서 및 디바이스를 통하여 신호를 획득하고, 프로그래밍이 가능한 로직 컨트롤러(Logic Controller), 인간과 기계의 인터페이스 등의 제어기술을 통하여 설비가 제어하는 사례는 전형적인 설비 자동화이다(Zuehlke, 2010). 스마트 팩토리에서 업무 자동화는 생산계획수립 업무, 품질 관리 업무, 자재 조달 업무, 신제품개발 업무 등의 생산관리 업무들을 자동화

하는 것을 의미한다(임정우 외, 2017). 조용주(2017)는 "스마트 팩토리의 업무 자동화를 스마트 팩토리에서 생산 현장의 MES과 창고관리를 위한 WMS 그리고 ERP가 서로 유기적으로 연결되어 업무가 자동화된다."고 하였다.

본 연구에서 공장 자동화는 로봇 등 생산설비에 IoT, Sensor, RFID 등으로 디바이스를 상호 연결하고 제조과정에서 발생하는 다양한 데이터를 분석하여 그 결과를 바탕으로 공장 전체를 제어 및 운영하는 자동화를 의미한다.

(2) 빅데이터 분석

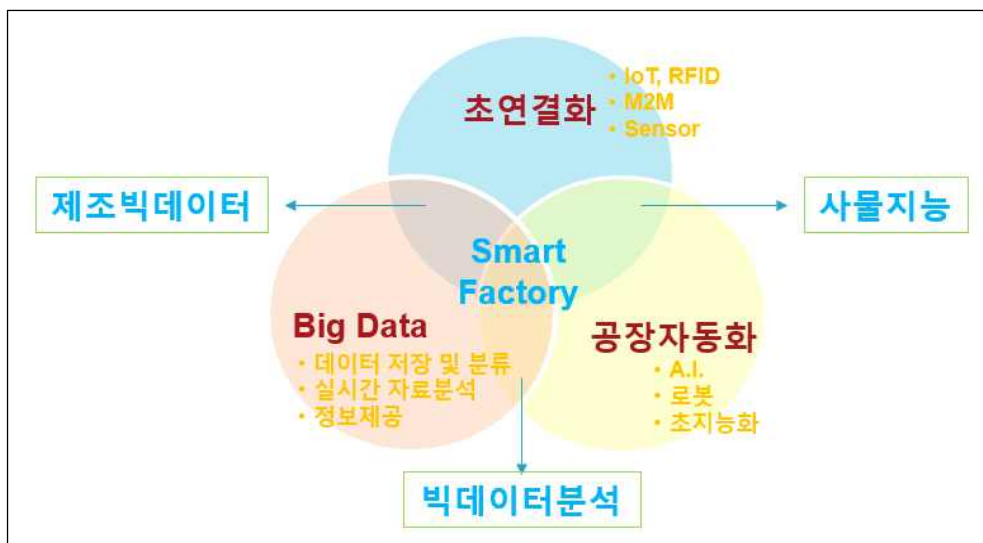
일반적으로 빅데이터 정보시스템은 데이터의 수집, 저장, 처리, 분석, 시각화 등으로 구성된다. 빅데이터 제조시스템과 관련된 기술은 주로 제조 프로세스 및 현장 운영환경과 관련된 문제에 관심을 기울였다(오주환, 2019). 공장 운영과 관련한 빅데이터의 유형은 내부 데이터와 외부 데이터, 구조 데이터와 비구조화 데이터 등으로 구분된다. 오주환(2019)은 "제조 프로세스 중에 수집된 내부 데이터는 원자재, 제품 또는 기계에 부착된 센서에서 발생하는 제조 명세, 작동 속도, 진동, 장비 로그 데이터 등이 포함되고, 외부 데이터로는 물류 데이터, 원자재 정보 데이터, 고객 경험 데이터가 포함되며, 정형 및 비정형 데이터와 혼합되며, 또한 구조화된 데이터에는 원가분석 데이터, 생산일정 및 금액, 판매계획 및 성과와 같은 일상적인 데이터가 포함되는 반면 구조화되지 않은 데이터는 기계 로그 데이터, 나침반 감지 데이터, 비디오 및 오디오 데이터, SNS 데이터와 같은 요소가 포함된다."고 하였다(He, Wang, 2018; Wang et al, 2018).

각 생산과정에서 발생하는 데이터는 한 시점 데이터(point event data), 일정 기간 데이터(interval event data 또는 time series data) 등의 형태로 저장된다(김강원, 2017). 스마트 팩토리에서 발생하는 빅데이터는 실시간으로 분석되어 공장 운영과 제품 생산에 대한 정보를 제공하고 생산을 관리한다. 또한 제조 빅데이터를 분석하여 생산 프로세스의 재구축이나 프로세스의 점진적 개선을 위해 활용된다(신장철 외, 2017).

스마트 팩토리가 본격적으로 구축되기 전에도 설비의 예방정비나 품질관리 분야에서 제조 데이터가 사용되었다. 그러나 정형화된 데이터를 일정 기간

축적된 형태로 활용하였고, 실시간 분석이 어려웠다. 스마트 팩토리 시스템에서 빅데이터 분석기술은 제조 전반에 걸쳐 통합적 의미로 실시간 활용되고 있다(노규성, 박상휘, 2014; He, Wang, 2018). 기업이 빅데이터 시스템을 도입하면 고객 니즈 맞춤형 제품 및 서비스 제공, 생산의 지능화가 가능하고, 다양한 자료수집 및 분석 방법을 통해 실시간 정보를 제공하며, 트렌드 변화 분석 및 예측, 모니터링 능력, 위기 감지 능력 등을 향상시킬 수 있다(오주환, 2019).

스마트 팩토리 기본 구성은 인공지능을 탑재한 로봇을 통한 공장 자동화, IoT, RFID, Sensor를 통한 초연결화 그리고 제조과정에서 발생하는 빅데이터의 분석으로 구성된다. [그림2-5]는 스마트 팩토리의 기본 구성인 자동화, 연결화, 빅데이터 분석의 상관관계를 도식한 것이다(안성원, 2017). 스마트 팩토리 구축 및 운영에서 빅데이터 분석을 활용할 경우 제품 품질 및 서비스 경쟁력을 더욱더 향상시킬 수 있다는 것을 선행연구에서 연구되었고, 빅데이터 분석은 공장자동화와 연결화 등과 유기적인 관계를 통해 스마트 팩토리 도입 성과를 높여 줄 수 있어 이를 변수로 선택하였다.

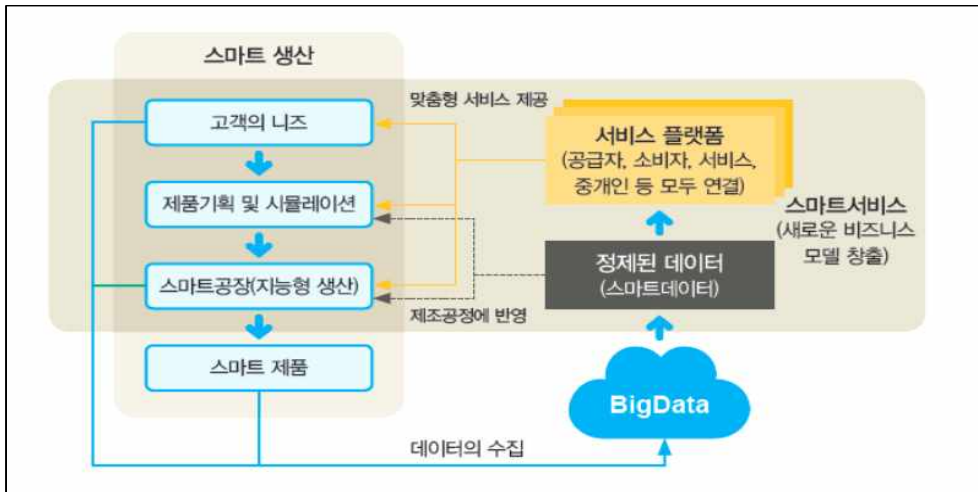


[그림2-5] 스마트 팩토리의 공장자동화, 빅데이터, 초연결화의 상관관계

나) 경영 생산성 요인

(1) 신사업 생산성

생산성은 토지, 자원, 노동력 등 생산과 관련한 여러 요소가 투입되어 그 것으로 이루어진 생산물 산출량이 얼마인지를 의미하는 것이다. 즉, 투입된 자산으로 얼마나 많은 부가가치를 만들어 내었는가를 측정하는 것이다. 이상태(2013)는 “경영에서 생산성 향상을 위해서는 고객에게 새로운 가치를 지속적으로 제공하고 시장 기회에 대해서 신속하고 유연한 대응력을 확보해야 한다. 그리고 고객의 다양한 니즈를 파악하고 이를 반영하여 생산 프로세스를 개선하여 새로운 제품과 서비스를 개발하여 제공해야 한다.”고 주장했다. 스마트 팩토리는 단순히 고객의 주문에 따라 제품을 생산하는 것에 그치지 않고 최종 소비자의 소비패턴, 선호 제품 및 서비스 등을 파악하여 그 기능에 부합된 제품을 생산할 수 있다(가회광, 2014)



출처: 소프트웨어정책연구소. 빅데이터를 제대로 활용하기 위한 조건(안성원, 2017)

[그림2-6] 빅데이터를 활용한 새로운 비즈니스 모델 창출 과정

[그림2-6]은 스마트 팩토리에서 빅데이터 분석을 이용하여 신사업을 창출

하는 과정을 보여주는 것으로, 소비자의 요구에 따라 제품을 구성하고 스마트한 공정을 통해서 생산 및 판매를 하는 모든 과정에서 빅데이터 분석이 활용된다. 데이터를 수집·분석하여 고객 니즈를 분석하고, 그에 맞춰 제품을 기획하고 시뮬레이션하여 최종 제품을 생산한다. 이 과정에서 생성되는 빅데이터는 다시 생산 공정에 반영된다. 즉, 새로운 비즈니스 모델의 생성, 기존 비즈니스 모델의 수정 및 보완에 사용되고, 고객 및 생산 공정에서 축적된 데이터의 분석을 통해 다시 각 고객 계층별 맞춤형 서비스도 가능하게 하며, 스마트 생산 및 스마트 서비스가 빅데이터 분석과 상호 연관성을 갖게 된다(이상태, 2013). 스마트 팩토리의 한 축을 구성하는 빅데이터 분석 기술은 기업 내부 자료와 함께 기업 외부에서 생성되는 다양한 소비자의 성향 및 구매의도를 분석하여 기업의 경쟁력을 높이고 경영에서 생산성을 높을 수 있는 것으로 연구되었다 (이도형, 2019).

스마트 팩토리 도입에서 빅데이터 분석은 인공지능이 제품 생산에 관한 의사결정을 할 수 있는 정보를 제공할 뿐만 아니라 고객의 니즈를 분석하고 트렌드 변화를 분석하여 수요를 예측하고 사업에서 새로운 기회를 포착하여 신규 사업모델을 제안하여 경영 생산성을 향상시키는 역할을 할 수 있다. 따라서 전략적 가치 인식 측면에서 신사업을 통한 경영 생산성 향상은 연구 모형의 변수로써 적절하다고 할 수 있다.

(2) 프로세스 개선

스마트 팩토리과 관련한 빅데이터 분석 시스템은 기업 내 다양한 데이터에 대한 분석 및 활용을 지원하여 기업 내 비효율을 파악할 수 있는 정보를 제공하고, 프로세스 개선을 위한 정보를 제공해준다. 가회광(2014)은 “빅데이터 분석은 프로세스 개선을 위한 전략적 활용이 가능하고, 생산성 향상을 위한 프로세스 개선을 지원하며 이를 통하여 성과를 향상시킬 수 있다.”고 하였다. Steve et al.(2011)은 빅데이터 시스템 도입이 프로세스 개선을 위한 기회를 발견할 수 있다고 제시하였으며, Chau & Xu(2011)은 “빅데이터가 기업의 주요 활동에 대한 모니터링을 가능케 하여 기업의 프로세스 개선을 지원한다.”고 주장하였다. McAfee & Brynjofsson(2012)은 “빅데이터를 활용한 위

기 감지 능력 향상이 위험요인을 사전에 파악하여 이를 개선할 수 있다.”고 주장하였다. McKinsey(2011), Gartner(2011) 등은 사례연구를 통하여 빅데이터 분석 및 예측능력 향상이 프로세스 개선에 영향을 미친다고 제시하였다.

프로세스 개선은 기업의 비효율을 개선하고, 업무를 효율적으로 수행할 수 있는 기반을 제공하는 측면에서 중요한 요인이라 할 수 있다. 정보시스템 도입을 통한 프로세스 개선은 기업의 빅데이터 도입의도에 영향을 줄 수 있는 전략적 가치 요인으로 판단되므로 이를 변수로 채택하였다(가회광, 2014). 그러므로 제조 빅데이터 기술은 제조 과정에서 생성되는 다양한 정형 및 비정형 제조 빅데이터를 이용하여 생산 공정을 구조적으로 재구축할 수 있고, 제조 빅데이터의 분석 및 활용은 최적의 생산 프로세스의 구축, 생산성 및 품질 개선, 생산 리드 타임 단축 등에서 생산 프로세스를 재구축할 수 있게 하며, 제조 빅데이터 기술은 작업 방법의 효과성, 생산성 및 품질 성과, 신제품 성과와 같은 항목들을 실시간으로 모니터링하여 생산 프로세스의 점진적 개선을 달성하게 해줄 수 있다(오주환, 2019).

스마트 팩토리 도입은 생산운영관리(MES), 에너지관리(FMES), 제품개발지원(PLM), 공급망관리(SCM), 지원관리(ERP) 등 생산, 유통, 고객관리 등 전 분야에 걸쳐 프로세스를 개선시켜 경영 생산성을 증대시킬 수 있다. 프로세스 개선은 스마트 팩토리 수용의도에 영향을 줄 수 있는 전략적 가치로 판단되어 변수로 채택하였다.

다) 의사결정 요인

(1) 컨설팅트역량

기업의 경영환경은 매 순간 다양한 의사결정을 요구한다. 합리적이고 올바른 의사결정을 위해서는 기업 내·외부의 다양한 정보를 활용하게 된다(김은영, 2011). 대기업의 경우 기업이 처한 상황을 분석하고 효과적인 의사결정을 할 수 있는 조직과 인적 구성원을 갖추고 있지만, 대부분의 중소기업은 경영 의사결정과 관련하여 경영자의 과거 경험이나 지인들의 조언에 많이 의존한다. 그러나 과거 경험이나 주변에서 얻은 정보는 단편적이고 복잡한 경영환경을

다각도로 분석하지 못한 제한된 정보로 인해 잘못된 의사결정을 하는 경우가 많다(김상문, 2018). 따라서 중소기업의 경영자가 적절한 의사결정을 할 수 있도록 전문적인 지식을 가진 컨설턴트의 컨설팅이 중요하다(정광수, 2015).

경영컨설팅은 외부의 독립적인 전문가에 의해 기업의 경영상 애로점을 규명하고 이를 해결하는 방안을 제시하여 적기에 실시될 수 있도록 도움을 주는 행위를 의미한다(최창호, 2014). 미국 회계사회는 특별한 분야의 전문성을 가진 전문가들이 자기들의 지식과 경험을 활용하여 경영 문제를 해결하고 객관적이고 전반적인 시각에서 기업의 기획과정을 지원하는 것이라고 경영컨설팅을 정의한다. Ciampi(2009)는 경영컨설팅이란 “고객으로부터 독립적이고, 고객 외부의 사람에 의해서 제공되는 서비스이며, 그 사람은 적절한 과학적 능력과 기술을 가지고 있어야 하고, 고객이 최고 경영층의 기능과 관련된 기업적 문제를 찾아서 해결하도록 하는 자문으로 구성되며, 교정적이고 진보적이며 창조적인 접근 방법을 사용하는, 그래서 새로운 기업가적 지식의 창출에 공헌하는 것”이라고 정의하였다. 즉, 경영컨설팅이란 “고객으로부터 독립적이고 고객 외부의 사람이 교정적이고 진보적이며 창조적인 접근 방법을 사용하여 최고 경영층의 기능과 관련된 기업적 문제를 고객이 찾게 하고 이를 해결하도록 의견을 제공하는 서비스 활동으로, 결국 새로운 지식 창출에 공헌하는 것”으로 정의하였다.

경영컨설팅의 정의를 스마트 팩토리 및 빅데이터 시스템 도입 측면에서 보면, 전문지식을 가진 컨설턴트가 기업의 대표가 스마트 팩토리 및 빅데이터 시스템 도입과 관련한 애로점을 규명하여 이에 대한 해결 방안을 제시하여 적기에 도입이 가능하도록 도움을 주는 것으로 볼 수 있다. 컨설턴트는 기존의 제조 공정을 분석하여 ICT 도입과 접목을 위한 하드웨어 및 소프트웨어와 관련한 도움, 금융지원 방안, 임직원 교육, 시스템의 효율적 관리 방안 등을 통해 기업에 새로운 가치를 창출할 수 있도록 도움을 줘야 한다. 컨설턴트는 이러한 도움을 제공하기 위해 스마트 팩토리 및 빅데이터 시스템에 대한 충분한 지식, 능력 등 컨설턴트로서 충분한 역량을 가져야 한다.

최창호(2014)는 컨설팅에 있어서 고객과 컨설턴트 사이의 신뢰 관계는 컨설팅 성과 또는 컨설팅 결과에 유의한 영향을 미친다는 것을 밝혔다. 또한 고

객의 컨설턴트에 대한 신뢰는 컨설턴트의 역량에 기반을 두고 있다고 하였다. 신동주(2012)은 컨설턴트 역량을 컨설턴트 지식, 능력, 자세의 균형 잡힌 특성을 제시하였는데 능력은 컨설팅 업무수행에 필요한 문제 진단, 대안 제시, 일정 관리, 관계관리, 정보수집 능력 등을 꼽았다. 자세는 컨설팅 수행 시 지켜야 할 윤리, 책임감이며 지식은 경영지식, 전문지식, 자료 분석 지식, 컨설팅 경험 등을 제시하였다. 다수의 선행연구에서 컨설턴트 역량은 컨설팅 성과에 유의한 영향 관계가 있음을 보였다.

이러한 관점에서 스마트 팩토리와 관련하여 컨설턴트가 갖춰야 할 역량은 공장자동화 및 설비들의 연결, 빅데이터 분석 등과 관련한 지식역량, 스마트 팩토리에 대한 문제 진단, 대안 제시, 정보수집 능력 등과 관련한 역량 그리고 스마트 팩토리 구축과 고도화 등과 관련한 경험적 노하우 관련 역량 등으로 생각할 수 있다. 선행연구에 대한 검토 결과 컨설턴트의 역량은 스마트 팩토리 수용의도와 관련한 기업 경영자의 의사결정에 영향을 주는 중요한 요인으로 생각할 수 있다.

(2) 컨설팅만족

현재 4차 산업혁명은 진행 중이다. 클라우스 슈밥(Klaus Schwab)은 그의 저서 '4차 산업혁명'에서 '3차 산업혁명을 기반으로 한 디지털과 바이오산업, 물리학 등 3개 분야의 융합된 기술들이 경제체제와 사회구조를 급격히 변화시키는 기술혁명'으로 정의했다. 그러나 '3차 산업혁명'이라는 용어를 처음 사용한 미국의 미래학자 제레미 리프킨(Jeremy Rifkin)은 "제4차 산업혁명을 언급하는 것은 시기상조다. 현재 일어나는 놀라운 변화들은 제3차 산업혁명인 정보화 혁명의 연장선에 불과하다"고 비판하였다(김진하, 2016). 그리고 기업 경영자에게 스마트 팩토리 도입은 부담이 될 수밖에 없다. 왜냐하면 스마트 팩토리 도입에는 많은 비용과 인력이 소요되기 때문이다.

문화체육관광부(2016)가 중소기업을 대상으로 실시한 '스마트공장 지원 사업 인지도 및 만족도 조사'에 따르면, 스마트 팩토리 도입을 주저하는 이유는 '성과에 대한 확신 부족'이 19.7%로 가장 높았고, '직원들의 낮은 수용성 및 전문 전담인력 확보 어려움'이 19.3%로 다음으로 높았으며 '비용부담'이

16.7% 그리고 ‘시스템 운용의 어려움’ 때문이라고 응답한 기업도 9.1%였다. 이외에도 ‘유지보수 등 사후관리 어려움’(8.0%), ‘지속적인 업그레이드 부담’(6.8%) 순이었다. 중소기업의 대표가 많은 비용과 인력이 투입되는 새로운 스마트 팩토리 설비 도입을 위한 의사결정을 위해 컨설팅을 받는 이유 중의 하나는 스마트 팩토리 시스템 도입을 통해 성과를 얻기 위한 것이다. 따라서 스마트 팩토리 구축과 관련한 컨설팅에서 만족을 얻는다면 수용도 또한 높을 것이다. 그리고 스마트 팩토리 구축 관련 컨설팅의 만족도가 높으면 스마트 팩토리에 대한 지속적인 업그레이드 의도에도 긍정적인 영향을 줄 것으로 기대할 수 있다.

박호란(2015)은 컨설팅 만족도가 컨설팅 성과에 미치는 영향에 대한 연구에서 컨설팅 만족도가 컨설팅 성과에 정의 영향 관계에 있음을 확인하였다. 심상완(2017)은 고객의 컨설팅에 대한 신뢰도와 만족도는 경영성과에 유의한 영향을 미친다는 것을 밝혔다. 이 외 다수의 연구에서 컨설팅만족은 고객이 의도하는 성과에 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 컨설팅의 만족도는 중소기업의 경영자가 컨설팅을 통해 스마트 팩토리 구축과 운영에 대한 충분한 도움을 받았다고 생각하면 높아질 것이다. 또한 스마트 팩토리 도입으로 제품의 품질 및 생산성이 향상될 것으로 확신한다면 컨설팅 만족도 또한 올라갈 것이다. 그리고 스마트 팩토리 운영에서 발생하는 빅데이터 분석 등 전문적인 지식이 있어야 하는 분야를 이해하고 직원들에게 교육을 통해 전문지식을 전달할 경우에도 컨설팅 만족은 증가할 것이다.

이상과 같은 선행연구 및 선행연구로부터 추론된 검토 결과를 바탕으로 의사결정 요인은 스마트 팩토리 수용의도와 관련해서 중요한 전략적 가치 요인으로 판단되어 변수로 선택하였다. 선행연구 중에는 컨설팅을 외부환경에 포함한 경우도 있으나 컨설팅은 기업의 경영자가 스마트 팩토리와 같은 새로운 시스템 도입을 위한 전략적 의사결정과 연관성이 높은 것으로 판단하였다. 그리고 외부요인으로 분류하기에는 단순한 행위로 간주하기 쉽고, 컨설팅 목적이나 이를 통해 최종적으로 의사결정에 활용하기 위한 수단이라고 한다면 전략적 가치 인식의 한 부분으로 분류하는 것이 바람직하다고 본다.

2) 환경요인

가) 대표역량

역량(competency)은 특정한 상황이나 직무에서 준거에 따른 효과적이고 우수한 수행의 원인이 되는 개인의 내적인 특성을 말한다. 내적인 특성이란 다양한 상황에서 개인의 행동을 예측할 수 있도록 해주는 개인 성격의 심층적이고 지속적인 측면을 말한다. 원인이 된다는 것은 역량이 행동이나 수행의 원인이며, 따라서 행동과 수행을 예측할 수 있다는 의미이다. 준거에 따른다는 말은 역량이 어떤 사람의 우수성이나 무능력을 구체적인 준거나 기준에 의해 예측한다는 뜻이다”라고 하였다(spencer et al., 1998). 기업 대표의 역량은 기업가적 역량, 관리자적 역량 그리고 기술적 역량 등으로 구분할 수 있다. 기업가적 역량은 기업가 정신을 의미하고 관리자적 역량은 타인에게 자신의 뜻을 따르게 하고 함께 협력하여 일하게 하거나 리더의 역할 등을 의미한다. 기술적 역량은 특정 기술에 대한 전문가적인 역량을 말한다(백미량, 2014).

기업가 정신(entrepreneurship)은 Schumpeter(1934)가 처음으로 도입한 개념이다. 그는 “기업가 정신을 새로운 변화를 추구하는 창조적 혁신 과정이다. 왜냐하면 기업을 다른 사람들이 경영하는 방식과 같은 방법으로 경영한다면 기업가 정신은 없어졌을 것이다.”라고 주장했다. 혁신적 기업가 정신은 합리적 교환관계를 넘는 공헌 욕구를 조직의 구성원으로부터 이끌어내는 것으로 비전 제시, 동기 부여, 신뢰 등으로 구성원의 열정을 고무 시켜 새로운 기술 혁신, 고용 창출, 경쟁력 등의 중심으로 기업 성장에 필수적 공헌을 한다(Kuratko & Hodgetts, 2007).

기업가 정신은 주로 제조업을 대상으로 주로 연구되어 왔으나 다른 산업에도 적용 가능한 행동적 정의라고 할 수 있다(Kanfmann & Dant, 1999). 수십 년간의 기업가 정신에 대한 누적된 연구를 통해 일반적으로 기업가 정신에 대한 특징적 구성요소로 혁신성, 위험 감수성, 진취성을 유추하였다(Kreiser et al., 2010). 이 요인들을 통해 기업이 새로운 투자로 성장을 추구할 수 있으며, 기업의 경쟁력을 강화하는 것으로 볼 수 있다(Dess, Lumpkin,

2005; Chang et al., 2007). 기업가 정신의 구성요인인 혁신성, 위험 감수성, 진취성에 대한 주요 연구는 [표 2-12]와 같다.

[표2-12] 기업가 정신의 구성요소

구성요소	개념 및 주요연구
혁신성	•제품 및 프로세스, 마케팅, 비즈니스 관행, 직장 매 조직, 외부관계를 새롭게 구현하는 방법(Woodward, 2009) •개발, 확산 프로세스에서 다른 구성원보다 상대적으로 더 빨리 수용하는 특성(Rogers, 2010)
진취성	•미래 수요시장을 예상하여 시장을 선점하기 위한 적극적 행동(Lumpkin & Dess, 1996) •전략적 기업가 행동의 중심적 개념으로 구성원의 자율성과 내부협력관계가 높으면 기업가적 성향에 긍정적인 영향(Kresier, Marino, Kuratko & Weaver, 2013)
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)

스마트 팩토리 도입은 많은 자금이 투입되는 반면 성과에 대한 확신이 부족하고, 직원들의 낮은 수용도와 전담 인력 확보의 어려움 등 여러 가지 어려움으로 인해 이를 극복하기 위한 대표자의 기업가 정신을 바탕으로 진취적인 혁신이 필요하다(김승택, 2016). 스마트 팩토리 도입과 관련하여 혁신적 측면에서 대표자는 고객이 원하는 제품 및 서비스를 제공하기 위해 새로운 프로세스를 도입하고 과거 관행을 새롭게 구현하려는 의지가 필요하며, 경쟁업체보다 더 빠르고 신속하게 수용하려는 정신이 필요하다. 진취성 측면에서 스마트 팩토리 등 새로운 기술과 시스템과 관련한 정보 및 동향 파악에 민감해야 하고 이들을 이해하려는 노력이 필요하다. 위험 감수성 측면에서 확실한 성과에 대한 기대가 보장되지 않더라도 새로운 기회 포착을 위해 과감하게 투자하려는 의지가 필요하다. 본 연구는 경영자의 역량을 이러한 기업가적 역량에 근거하여 스마트 팩토리 수용의도를 측정하고자 한다.

나) 외부지원

기업이 혁신을 위해 자체적인 역량과 자원을 활용하는 경우도 있지만, 외부 자원의 지원을 받는 경우가 있으며 자원능력이 부족한 중소기업에 있어서 외부지원은 매우 중요하며 기업의 성과향상에도 핵심요인으로 작용할 수 있다(Lee et al., 2001; 박상문, 이병헌, 2005; 강원진 외, 2012). 외부지원은 제품 경쟁력과 시장 경쟁력을 향상시켜 기업 혁신을 이끌어내고 성장 발전할 수 있는 원동력이 된다(Findik & Beyhan, 2015). 중소·중견기업이 외부로부터 받은 지원 중에 대표적인 것이 정부 지원이다. 조춘연(2019)은 “정부 지원은 정부 재정지출의 중요한 구성 부분으로 정부 또는 기타 공공조직에서 일정한 시기의 정책, 경제 상황에 따라 특정한 목적에 의하여 직·간접적으로 기업에 제공하여 주는 무상한 자금 이전으로 국가에서 기업발전에 관여하는 중요한 방식으로, 정부 지원은 국가적 차원에서 기업의 발전에 관여하는 보편적인 수단으로 경제성장, 산업구조조정, 사회적 투자를 유도할 수 있다.”고 하였다. 정부 지원은 정부가 시장 활동에 개입하는 대표적 수단으로 R&D 보조금을 지급하거나 조세감면을 통해 기업의 R&D 투자에 대한 인센티브를 제공하는 것이 일반적이다(송종국, 김혁준, 2009).

정부는 중소·중견기업에 대한 지원을 위해 다양한 프로그램을 운영하고 있다. 기술 역량, 성장잠재력, 산업 확장성 및 산업 생태계 등을 기준으로 금전적 비금전적 지원을 한다. 성장 가능성, 정부투자 필요성, 융·복합 파급효과 등에 대한 분석과 검토를 통해 매년 연구개발 및 기술개발을 지원하고, 기업의 성장을 위한 기반구축사업을 지원하며 기술혁신역량 강화 등의 명칭으로 산업통상자원부, 중소벤처기업부 등 정부 내 각 부처와 지방자치단체 및 정부출연연구소, 사업관리기관, 정부출연금융기관 등에서 지원사업 형태로 지원이 이루어지고 있다(박제선, 2019).

중소·중견기업에 대한 정부의 지원은 많은 재정적 지출이 수반되고 지원 효과 여부에 따라 지속적인 지원 여부가 결정이 되어 정부 기관, 학교, 민간 연구소 등에서 많은 연구가 진행되고 있다. 연구내용은 정부지원금이 기업의 R&D, 고용, 매출 등에 미치는 영향 등에 관한 것이다(김호, 김병근, 2012). 유천, 김학민(2014)은 정부 지원을 받은 기업은 R&D 집약도 증가, 매출액증

가 등 긍정적인 효과가 있는 것을 확인하였다. 노용환(2014)은 정부의 R&D 지원 정책은 참여업체의 특허 출원 및 등록에 유의한 영향을 주지만 기업의 매출액, 영업이익 등에는 효과가 없다는 결론을 얻었다. 정부 기관은 중소·중견기업의 제조 현장에 적합한 다양한 형태의 스마트 팩토리 도입 및 고도화를 지원하거나 컨설팅 관련 비용을 지원하여 기업의 제조혁신 경쟁력 향상을 추진하고 있다(박제선, 2019).

‘스마트 제조혁신 추진단’에 따르면 정부지원 등을 통해 스마트 팩토리를 도입한 기업은 생산성 향상(30%), 매출액증가(7.7%), 품질향상(43.5%) 등의 성과가 있는 것으로 나타났다. 중소·중견기업은 스마트 팩토리 도입에 있어 자금 여력 부족으로 정부 기관의 금전적 지원에 많이 의존하고, 비금전적 지원인 컨설팅을 통해 스마트 팩토리 도입에 따른 현안 문제를 진단받고 적합한 대안을 제시받을 것으로 추정해 볼 수 있다. 따라서 위의 선행연구에 대한 검토 결과 외부지원의 환경 요인은 스마트 팩토리 수용의도에 영향을 미치는 요인으로 판단할 수 있어 변수로 채택하였다.

다) 조직역량

기업은 급변하는 경영환경 속에서 장기적인 생존과 발전을 위해 지속적인 혁신을 필요하고, 새로운 경영전략 수립을 강요받는다. Diericks, Cool(1989)은 조직역량을 “기업이 경쟁사보다 더 좋은 성과를 거두기 위해서 자원을 조달하고, 개발하며, 그리고 배분하도록 해주는 비정형적인 메커니즘”으로 정의했다. 구정대(2009)는 보편적인 의미에서 조직역량을 “조직의 경영자원을 효과적으로 배치하고 활용할 수 있는 노하우나 능력”으로 정의했다. 기업자원의 특성은 가치가 있으며, 희소하고, 모방이 불가능하며, 그리고 대체가 불가능하다는 것이다(Barney, 1991). 이러한 특성으로 인해 자원은 기업이 경쟁력을 갖는데 중요한 요소가 되며, 자원의 창출과 활용 수준에 의해 기업의 경쟁우위가 결정될 수 있다. 즉 기업은 자원을 활용하는 전략을 수행함으로써 지속적인 경쟁우위를 확보해 나갈 수 있다(Lado et al., 2006). 기업마다 자원의 보유 수준이 달라 경쟁력 차이가 발생하고, 이를 통해 장기적으로 기업 간에 성과 차이가 발생한다는 것이다. 따라서 조직역량은 기업의 전략을 촉진하고

지원하며, 조직의 장기적인 성장을 보장하는 중요한 자원이다(Burgelman, 2009).

조직역량을 경쟁우위를 창출하는 원인의 관점에서 조직학습, 혁신성, 시장지향성 그리고 기업가정신 등으로 분류하였고 이와 관련한 실증연구를 수행했다(Henri, 2006; Widener, 2007). Simons(1995)은 “조직역량을 조직학습과 혁신”으로 정의하고, 기업을 변화시키는 중요한 동인으로 조직역량을 강조하였다. 또한 경영진이 성과측정시스템을 어떻게 이용하느냐에 따라 조직역량이 달라진다고 하였다. 한편 일부 학자는 조직역량은 유형이 아닌 내재된 속성에 따라 분류하기도 한다. Gibson and Birkinshaw(2004)는 조직역량을 활용역량(exploitative capabilities)과 탐험역량(exploratory capabilities)으로 구분하였다. 활용은 개선, 선택, 효율성, 이행 등의 개념을 포함하고, 탐험은 탐색, 변동, 위험 감수, 유연성 등의 개념을 포함한다.

Grafton, Lillis, Widener(2010)는 조직역량을 기존역량과 신역량으로 구분하였다. 김봉진(2016)은 “기존역량은 기업이 기존에 갖고 있던 역량이나 기술을 활용하여 개선과 점진적 변화를 이끌어내는 능력이고, 신역량은 역량, 자원, 기술, 프로세스와 같은 대상을 새롭게 탐구하고 개발하여 급진적 변화를 이끌어 내는 능력”이라 하였다. 조직역량은 조직을 구성하는 개인역량에 좌우된다. 조직 개개인이 활용역량이나 탐험역량을 발휘한다면 이는 곧 조직역량으로 실현된다. 개인역량은 직무만족도에 영향을 받는다. 중소기업일수록 개인역량이 직무 만족에 미치는 영향이 크며, 개인역량을 높이는 것은 개인과 기업 모두에게 긍정적인 결과를 가져올 수 있음을 제시하였다(김봉진, 2016).

스마트 팩토리는 기존과 다른 방식으로 운영되는 새로운 생산 시스템으로 중소기업의 직원들에게 새로운 학습이나 지식의 습득을 요구할 수 있다. 스마트 팩토리과 관련된 지식은 조직 내부의 학습을 통해서 획득하거나 또는 컨설팅을 통해 외부 전문가의 도움을 받아 획득할 수 있다. 어떤 형태로든 기업의 구성원은 전문지식을 새롭게 학습해야 한다(김기웅, 2016). 조직학습은 조직을 혁신하고 조직원들의 업무능력을 향상하는 수단으로 외부지식을 지속해서 학습하는 활동은 조직역량 향상에 중요한 요소이다. 또한 외부에서 획득한 지식을 이해고 활용하는 능력, 기존지식을 가공 및 재해석하는 능력, 기존 지

식이나 외부로부터 확보한 지식을 활용하여 새로운 지식을 창출하는 능력은 조직역량을 평가하는 요소로 선택할 수 있다. 이상의 선행연구에 대한 검토 결과 조직역량은 기업의 스마트 팩토리 수용의도에 영향을 미치는 요인으로 볼 수 있어 본 연구의 변수로 채택하였다.

3) 선행연구 정리

생산·운영 요인 관련 공장자동화 및 빅데이터에 대한 선행연구는 스마트 팩토리와 관련한 혁신 방안 또는 빅데이터 분석 시스템의 적용과 관련된 내용이 다수 있다. 경영 생산성 요인 관련 신사업 생산성 및 프로세스 개선에 대한 선행연구는 스마트 팩토리 도입에 따른 생산성 향상, 공정개선을 통한 생산성 향상 등에 대한 연구가 주를 이루고 있다. 의사결정 요인 관련 컨설턴트역량 및 컨설팅만족에 대한 선행연구는 컨설턴트역량이 성과에 미치는 영향, 컨설팅 신뢰와 만족이 성과에 미치는 영향 등에 대한 연구가 많다. 환경 요인 관련 대표역량, 외부지원, 내부역량에 대한 선행연구는 기업의 핵심역량과 경영성과에 대한 연구, 외부자원 활용 효과, 관리자 역량 등에 대한 연구가 다수 있다. [표2-13]은 이상의 선행연구 및 이론적 배경과 관련한 주요 선행연구를 요약 정리한 것이다.

[표2-13] 전략적 가치 인식 및 환경요인 관련 선행연구 요약

연구자	이론적 배경 및 선행연구
강원진, 이병현, 오왕근 (2012)	•국내 벤처기업의 성장단계별 외부자원 활용과 기술혁신성과의 연구 -벤처기업 정밀실태조사 자료를 이용 벤처기업의 외부자원 활용 관련 변수인 외부협력 네트워크 활용, 정부정책자금 활용, 벤처캐피탈자금 활용이 기술혁신 성과 및 성장단계에 미치는 영향 실증분석
구정대 (2009)	•기업의 핵심역량과 비재무적 및 재무적 경영성과간의 관계 -문헌연구를 통해 호텔기업의 핵심역량이 재무적·비재무적 경영성과에 미치는 영향 관계 연구
김기웅 (2017)	•중소기업의 사물인터넷 수용에 영향을 미치는 요인에 관한 연구 -중소기업의 IoT수용을 위해 대기업의 출연 및 협업이 필요 -사물인터넷 관련 중소기업에 대한 정부지원이 확대가 필요함

김봉진 (2016)	•서번트 리더십, MCS의 이용, 조직역량, 조직성과간의 관계 연구 -상장기업 대상 조사에서 서번트 리더십은 재무·비재무성과에 유의하지 못하지만 기존역량과 신역량에 유의한 영향을 확인 -서번트 리더십은 MCS의 진단적 이용 및 상호작용적 이용에 유의한 영향을 미침을 확인
김상문 (2018)	•컨설턴트 역량이 수진기업의 참여도와 재이용에 미치는 영향 -중소기업의 비금융지원인 컨설팅이 고객의 컨설팅 참여도와 재이용에 미치는 영향 연구 -컨설턴트 역량을 컨설턴트의 지식, 능력, 태도 측면에서 연구
김은영 (2011)	•한국 제조업의 기술혁신 결정요인에 관한 연구 -산업별기술체제에 관한 Pavitt 가설과 Malerba & Orsenigo의 기술체제론을 연구하고, 혁신의 기회성, 전유성, 누적성, 지식기반성이 혁신 성과에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인
노규성, 박상휘, (2014)	•제조실행시스템에의 빅데이터 적용방안에 대한 탐색적 연구 -정보시스템 중 하나인 제조실행시스템은 진화를 거듭하여 최근 빅데이터가 등장하면서 MES도 빅데이터 적용 방안이 모색됨 -빅데이터 활용에 대한 선행 연구 및 사례 분석을 토대로 MES에의 빅데이터 적용모델을 제안
박상문, 이병헌 (2005)	•벤처기업의 성장단계별 기술혁신 전략과 정부의 R&D 지원 효과 -벤처기업의 성장단계별 기술혁신 전략의 차이를 기술개발 투입, 기술개발 활동, 기술개발 성과 측면에서 규명하고, 정부의 R&D 자금 지원이 기업의 기술혁신전략에 미치는 영향을 분석
박호란 (2015)	•컨설턴트역량이 컨설팅 만족도와 성과에 미치는 영향 연구 -컨설턴트역량과 컨설팅만족과의 관계 규명하고, 개념 연구
서창석 (2016)	•SF 구축을 통한 중소기업 생산성 향상에 대한 연구 -국내 뿌리산업인 주조, 금형, 용접, 소성가공, 표면처리, 열처리 기업에 대한 SF 도입 방법론 제시
소병업 (2018)	•센서와 가상공정설계를 활용한 SF 구축에 관한 연구 -4차 산업혁명 핵심기술의 기초는 센서이며 바코드, RFID 등 자동인식관련 세서는 물류관리, 재고관리 등에서 넓게 사용 -3D 가상공정 설계로 병목구간과 개선 공정을 파악 후 센서를 설치하여 데이터를 분석하여 공정 개선 및 생산성 검토
산장철 외 (2017)	•스마트 공급망 구현을 위한 기본 요소들의 우선순위 결정 연구 -스마트 기술을 사용, SCM기능을 개선한 SMART SCM상태를 검토 및 스마트 SCM의 효과적 구현을 우선시 할 요소를 선택 -요소는 공급망 통합, 빅데이터 및 분석 기능, IT 인프라 및 프로세스 자동화로 구분하여 각 범주별로 기본요소 8가지 도출
이규현 (2017)	•직원의 역량이 직무만족과 조직몰입에 미치는 영향 -제약회사 임직원을 대상으로 개인의 역량이 직원 개개인의 직무만족과 조직몰입에 미치는 영향을 연구

이상태 (2013)	•생산성 경영시스템(PMS)이 중소기업 성장통과 성과간의 효과 -생산성 경영시스템을 구성하는 리더십, 생산성향상 활동전개, 경영성과의 측정 및 분석, 지식관리의 3개 요인과 성장통 및 기업성과와의 관계 그리고 성장통과 기업성과의 관계를 규명
이유리 (2019)	•중소기업가의 창업가적 특성이 경영성과에 미치는 영향 분석 -창업가 역할, 경영자 기업가 정신, 기업 내·외부 네트워크, 신뢰, 호혜성 규범 등을 기반으로 관계역할의 사회적 자본의 중요성 연구. -기업가 정신은 사회적 자본에 유의한 영향을 주고, 사회적 자본과 재무적 성과 간에 유의한 영향을 미치는 것으로 확인.
이유미 (2017)	•SF 구축을 위한 빅데이터 시스템 연구 -제조 현장의 제조라인 컨베이어 모터 속도를 전기적 신호로 데이터화. -데이터는 빅데이터 클라우드에 전송, DB 구축과 데이터 분석을 통한 비정상 범위를 설정하고 비정상적인 상황에 알람이 되게 설계 -공장 제조 데이터가 빅데이터에 저장되면 데이터 용량, 장소, 시간의 제약 없이 취합된 데이터를 분석하여 활용 장비 예측, 운영 효율 증대
임정우 외 (2017)	•SF 기반 제조공정 혁신에 관한 연구 -Industry 4.0은 공장시스템의 모든 자원을 연계 및 통합하여 생산 전반이 자동화, 지능화, 자율화 되는 SF 구현 -SF에 관한 문헌 연구와 적용사례 분석을 통해 Industry 4.0을 성공적 추진 전략 제시
정광수 (2015)	•중소기업 경영컨설팅의 핵심요소와 컨설팅 성과와의 관계 연구 -정부의 컨설팅 지원 정책, 컨설팅 만족도와 활용도 등과의 관계 연구
최창호 (2014)	•고객과 컨설턴트 유대관계가 컨설팅 프로젝트 성과에 미치는 영향 -고객과 컨설턴트 유대관계가 컨설팅 성과에 미치는 영향에 역량기반 신뢰, 배려기반 신뢰의 매개역할, 컨설턴트 역량 및 고객의 컨설팅 참여를 조절변수로 고객과 컨설턴트의 유대관계와 컨설팅 성과 연구
Chang, Lin, Chang & Chen (2007)	•Achieving manufacturing flexibility through EO(entrepreneurial orientation) -회사 경쟁력을 강화하는 EO 관련 특정 차원의 제조 유연성에 대한 EO의 식별 가능한 요인 연구 -자율성, 혁신성, 위험 감수, 사전 대응성은 신제품의 유연성에 긍정적 영향, 자율성, 혁신성, 경쟁적 공격성은 제품 믹스 유연성 향상, 혁신성, 능동성, 경쟁적 공격성은 볼륨 유연성을 결정
Ciampi (2009)	•경영컨설팅 이해 관련 지식적 관점을 지식 창출 경로로 제안. -컨설팅을 정의, 개념적 관점, 동기식, 컨설팅모델 관점에서 연구 -컨설팅 관계를 특징짓는 인지역학으로 경영 컨설팅의 기업가 지식 창출의 잠재력을 조사
Findik, D., Beyhan, B. (2015)	•The Impact of External Collaborations on Firm Innovation Performance : Evidence from Turkey -2006년~2008년 터키 기업의 혁신활동을 측정하기 위해 터키 통계연구소의 설문조사로 협업이 기업의 혁신 성과에 미치는 영향 연구

Grafton, J., A. M. Lillis, S.K.Widener. (2010)	•The role of performance measurement and evaluation in building organizational capabilities and performance. -성과정보 가용성이 조직성과에 미치는 영향 연구로, 피드백 및 피드포워드 제어를 위해 관리자가 광범위한 성능측정정보 사용에 영향을 주는 평가 메커니즘 역할 탐구 -관리자가 성과측정 시스템에 통합된 재무·비재무성과 지표를 사용하여 성과평가체계가 이를 반영하도록 설계되어야 함을 시사
He, Wang, (2018)	•스마트제조를 위한 BD 분석 도구로서의 통계적 프로세스 모니터링에 대한 연구 -SPM(Statistical Process Monitoring)의 로드맵을 제안 -빅데이터 제조에 대한 도전과 잠재적 솔루션을 논의하고 기능 기반 SPM이 유망한 것으로 결론
Henri, J. F. (2006)	•Management control systems and strategy -자원기반 관점의 관리제어시스템(MCS)과 조직기능 관계 연구 -MCS의 중요 측면 중 하나인 PMS(성능 측정 시스템)와 전략적 선택을 유추하는 기능인 시장 오리엔테이션, 기업가 정신, 혁신성 및 조직 학습의 진단 및 대화식 사용에 중점
Kreiser et al. (2010)	•Firm-level entrepreneurship: The role of proactiveness, innovativeness and strategic renewal in the creation and exploration of opportunities -사전 대응성, 혁신성 및 전략적 갱신은 회사 차원의 기업가 정신의 주요 차원을 대표한다고 주장
Lado ,AA et al. (2006)	•Paradox and theorizing within the resource-based view -전략관리의 자원기반관점(RBV)에 존재하는 역설과 협력을 통해 우수 성과창출 및 유지에 내재된 모순과 긴장의 이해를 진전시킴.
Lee, C et al (2001)	•Internal capabilities, external networks, and performance -기술창업회사 자료를 이용하여 성과관련 내부기능, 외부네트워크 영향을 연구한 것으로 내부기능은 기업방향, 기술능력, 개발기간 투자재원, 외부네트워크는 파트너십, 스폰서십 기반 연결로 구성.
Zuehlke (2010).	•Smart Factory-Towards a factory-of-things -공장 간 데이터의 공유 및 통합 문제 해결을 위해 공장을 사물들의 집합으로 간주, 독일 DFKI 연구소에 문제 해결을 위해 노력 -90년대 제조현장에 computing 기술을 적용코자 연구가 활발히 진행.

제 5 절 스마트 팩토리 수용의도와 경영성과

1) 수용의도

가) 도입의도

기업이 첨단 기술이 접목된 스마트 팩토리를 도입할 경우 다양한 효과가 기대된다. 스마트 팩토리는 유연생산체계(FMS), 컴퓨터통합생산체계(CIM), 적시생산체계(Just In Time), 소비자 맞춤 생산, 사전 시뮬레이션, End-to-End 엔지니어링, 제조업의 서비스화를 통한 경쟁력 강화, 재택근무 활성화 등과 같은 기대효과가 예상된다(명상일, 2017; 서창성 외, 2018). 그러나 중소기업에서 스마트 팩토리 도입을 주저하는 이유도 있다. 스마트 팩토리 도입으로 구체적인 성과가 불투명하고, 전문 인력 확보가 어렵고, 지속적인 업그레이드 등을 이유로 제시하고 있다. 한편 정부는 중소기업체의 경쟁력 강화를 위해 스마트 팩토리 지원 사업을 지속해서 실행하고 있다. 이런 시점에서 중소기업 경영자는 스마트 팩토리 도입을 위한 전략적 가치를 검토하여 접근해야 한다.

Bollen(1989), Feeny & Lves(1990) 등의 연구에서 전략적 가치가 새로운 시스템 도입에 영향을 미친다는 것을 제시하였고, Elizabeth & Michael(2004)은 전자상거래 시스템의 도입에 미치는 정보시스템의 전략적 가치 요인을 실증 분석하였다. 가회광(2014)은 빅데이터 도입의도에 영향을 미치는 요인에 대한 연구에서 전략적 가치 인식 요인과 환경요인으로 구분하여 이들 요인이 빅데이터 도입의도와 관계의 실증 검정하였다. 검정 결과 제품 및 서비스 경쟁력, 기회포착 능력, 수익성 향상, 업무시간 단축, 프로세스 개선, 산업 내부 환경 등은 빅데이터 도입의도에 유의한 영향을 미친다는 것을 밝혔다. 박제선(2019)은 스마트 팩토리 구축 의지를 경영진 의지, 실무자 의지 그리고 정부 의지를 설명변수로 선택하여 이들이 스마트 팩토리 구축실행에 미치는 영향을 연구하였다. 연구 결과 경영진의 의지와 실무자의 의지는 스마트 팩토리 구축 실행에 유의한 영향을 주는 것으로 확인하였다. 길형철(2019)은 스마트 팩토리 도입과 관련하여 불확실성, 상대적 이점, 무형성, 적합성 등을 기술요인으로, 기업가 정신, 흡수역량, 회사 규모, 재무 준비성 등을 조직요인으로,

경영환경, 정부지원, 컨설팅 지원 등을 환경요인으로 하여 이들 요인이 스마트 팩토리 도입의도에 미치는 영향 관계를 실증 연구하였다.

본 연구에서 측정하고자 하는 요인은 스마트 팩토리를 이미 도입한 기업이 도입 당시 기대되는 기대 효과나 성과에 대한 것이다. 도입의도는 설명 변인들에 의해 영향을 받고 또한 도입의도는 스마트 팩토리의 도입에 영향을 받아 기업의 경영성과에 영향을 미칠 것으로 예상되어 매개변수로 선택하였다. 다만 도입의도는 스마트 팩토리 도입에 대한 경영자의 강한 의지를 반영한 것으로 선행연구에서 의도로 표현하여 본 연구에서도 의지의 의미를 강하게 포함한 의도로 나타내기로 한다.

나) 지속의도

스마트 팩토리는 기존의 제조설비에 ICT를 접목하여 공장 운영을 스마트하게 하는 것으로 스마트 팩토리를 도입한 이후 지속해서 구축단계를 향상하거나 고도화를 추진해야 한다. 이는 스마트 팩토리를 지속해서 사용하려는 의도가 필요하다. 오주환(2019)은 스마트 팩토리의 지속적인 사용의도에 대하여 스마트 팩토리를 구축한 기업은 스마트 팩토리가 현장에서 사용 용이성과 사용 유용성이 있을 때 지속해서 지속적 사용의도를 가지게 된다고 하였다. 기술수용모형 이론에서는 새로운 정보시스템이나 정보기술을 수용하고자 하는 사용자와 지속적 사용의도 간의 관계를 합리적 행동이론 관점에서 설명하고 있다(Davis, 1989). Davis는 “기술의 사용 유용성과 사용 용이성이 정보기술의 사용의도에 영향을 미치는 중요변수이며, 사용자가 새로운 정보기술이 자신의 업무 효율성과 생산성 향상에 기여할 것이라고 믿는 정도를 해당 기술의 사용 유용성(perceived usefulness)으로 정의”하였다. 한편, 사용 용이성(perceived ease of use)은 사용자가 해당 정보기술의 사용 및 운용법이 본인에게 쉽다고 믿는 정도라고 정의된다(오주환, 2019).

여러 학자는 특정 정보기술의 사용 유용성과 사용 용이성이 높을 때, 해당 기술에 대한 사용자의 지속적 사용의도가 증가한다는 실증결과를 제시하고 있다(Davis, 1989; 이종만, 2012). 남수태 외(2014)는 “새로운 정보기술의 수용이 해당 기술의 지속적 사용의도뿐 아니라 구매 의도에도 긍정적 영향을

준다.”라고 설명하였다. 정병주(2017)는 스마트 팩토리 기술들이 근로자들에게 심리적 측면에서 매우 유용하다는 연구 결과를 제시한 바 있다. 전통적 제조 환경에서는 복잡하고 비효율적인 생산 공정들과 단순하고 반복적인 업무들로 인하여 작업자들의 피로감이 높고, 각종 환경적인 위험요소들이 내재되어 있으며, 이런 상황에서 스마트 팩토리 기술들은 근로자들의 작업환경을 개선해 주기 때문에 기업의 지속적 사용의도가 증가된 것이다(오주환, 2019).

장성희, 이동만(2009)은 RFID 도입에 대한 연구에서 기업의 정보시스템 도입 단계를 도입 결정단계와 도입단계로 구분하여 제시하였는데, 도입 결정 단계를 파악하기 위해 기업의 RFID 도입의도를 측정요인으로 사용하였다. 또한 여러 연구자는 스마트 팩토리 기술들이 현장에서 매우 유용한 결과를 생성하여 기업들이 스마트 팩토리에 대한 지속적 사용의도를 갖고 있음을 제시하고 있다(변대호, 2016; 정병주, 2017; 소병업, 신성식, 2017). 스마트 팩토리를 성공적으로 도입 및 구축한 기업들은 스마트 팩토리 기술들의 사용 용이성과 사용 유용성을 높이 평가하고 있었고, 해당 기술에 대한 지속적 사용의도가 매우 강하였다는 공통된 특징을 갖고 있다(김지대 외, 2018).

기업 실무자들의 입장에서 스마트 팩토리 기술들을 시범적으로 사용하여, 원자재 손실률 감소, 공정개선에 따른 생산효율 향상과 생산량 증가, 안전사고 발생률 감소, 작업환경 개선, 설비의 예방보존 관리로 설비가동률 향상 등의 성과가 가시적으로 확인되어 해당 기술의 유용성이 입증된다면, 스마트 팩토리 기술의 지속적 사용의도는 증가할 것으로 예상할 수 있다(박종필, 2017; 오주환, 2019). 오주환(2019)은 스마트 팩토리 구축 목적 및 내용이 지속적 사용의도에 미치는 영향과 관련하여 스마트 팩토리의 전략적 활용을 위한 구축 목적과 내용 측면에서 스마트 팩토리의 사용의 간의 관계를 연구하였다.

본 연구는 스마트 팩토리 지속적 사용의도를 기술수용모델 관점에서 이해하고자 한다. 기술수용모형 관점에서 스마트 팩토리 지속적 사용의도란 기업들이 스마트 팩토리의 기술 옵션들이 사용하기 용이하고 유용하다고 느껴서 스마트 팩토리 기술들을 향후에 지속해서 확장하여 사용하고자 하는 결심이라고 정의할 수 있다(오주환, 2019). 지속사용의도 또한 스마트 팩토리를 이미 도입한 기업이 도입 시점에서 기대했던 예상 성과가 실제 도입에 따른 성

과의 차이로 인한 지속사용의도로 간주한다.

2) 경영성과

배병축(2017)은 스마트 팩토리 도입 관련 MES, 품질분석, 설비보전, IoT, SCM, APS 등 주요 기술적 요인이 재무적 성과와 비재무적 성과에 미치는 영향을 연구하였다. 재무적 성과는 매출액 및 영업이익 증가, 부가가치 및 자산증가, 매출원가 감소, 비용 절감 등 재무제표에 나타나는 성과를 말하고, 비재무적 성과는 품질향상, 서비스 수준 및 생산성 향상, 직원의 만족도 등과 관련된 성과를 지칭한다.

조준기(2019)는 중소기업체의 재무성과가 고용에 미치는 영향을 연구하면서 재무성과를 재무비율을 이용하여 나타내었다. 재무비율(financial ratio)은 성장성(growth), 수익성(profitability), 안정성(stability), 활동성(activity), 생산성(productivity) 등을 측정하는 것으로 기업 전체의 경영성과, 재무 상태 및 현금흐름 등을 평가한다. 성장성 범주는 기업의 매출액이나 자산 등이 전년 대비 얼마나 증가 혹은 감소했는지를 비교하는 요인으로 기업의 경쟁력이나 미래수익 창출 능력을 간접적으로 나타내는 지표다. 수익성 범주는 특정 회계 기간의 기업 경영활동 성과를 나타내는 요인이다. 수익성 비율은 매출수익성 비율과 자본 수익성 비율이 있다. 안정성 범주는 재무상태표 항목인 자산, 부채, 자본 간의 관련 비율로서 기업의 단기지급능력과 경기 변화에 대한 대응 능력을 측정하기 위하여 이용되는 지표이다. 활동성 범주는 기업이 보유자원을 얼마나 효율적으로 이용하고 있는지를 나타내는 지표로서 매출액을 보유 자원 금액으로 나눈 회전율로 측정된다. 생산성 범주는 생산과정에서 투입요소에 따른 생산 효율성을 나타내는 비율이다. 생산에 투입되는 2대 요소는 자본과 노동으로 생산성에는 크게 보면 자본생산성과 노동생산성이 있다(김권중, 김문철, 2003).

[표2-14]는 성장성, 수익성, 안정성, 활동성, 생산성 등 5개의 범주와 각 범주에 해당하는 주요 재무비율과 비율을 계산하는 산식을 요약 정리하여 나타낸 것이다.

[표2-14] 범주별 주요 재무비율 현황

범주	재무비율	산 식
성장성	매출액증가율	(당기-전기)매출액/전기 매출액
	총자산증가율	(당기-전기)당기총자산/전기 총자산
	자기자본증가율	(당기-전기)자기자본/전기 자기자본
	유형자산증가율	(당기-전기)유형자산/전기 유형자산
	영업이익증가율	(당기-전기)영업이익/전기 영업이익
수익성	매출액영업이익률	영업이익/매출액
	매출액순이익률	당기순이익/매출액
	총자산영업이익률	영업이익/총자산
	총자산순이익률(ROA)	당기순이익/총자산
	자기자본순이익률(ROE)	당기순이익/자기자본
안정성	부채비율	부채총계/자기자본총계
	자기자본비율	자기자본총계/총자산
	차입금의존도	차입금/총자본
	유동비율	유동자산/유동부채
	현금비율	현금예금/유동부채
활동성	총자산회전율	매출액/총자산
	매출채권회전율	매출액/평균매출채권
	매입채무회전율	매출액/평균매입채무
	재고자산회전율	매출액/평균재고자산
생산성	부가가차율	부가가치/매출액
	총자본투자효율	부가가치/총자본
	자본집약도	총자본/종업원 수
	노동생산성	부가가치/종업원 수

재무성과의 장점은 기업이 결산 및 감사의 과정을 거쳐 생산된 재무제표를 활용하여 기업의 다양한 재무적 측면에 대한 객관적인 성과를 제공하는 것이다. 단점은 중소기업의 재무제표는 신뢰성이 떨어진다는 사실이다. 신뢰성이 낮은 자료를 이용할 경우 그 결과에 대한 신뢰성도 문제가 될 수 있다.

기업경영분석은 기업의 내부 및 외부 이해관계자들이 기업을 평가하는 데 있어 합리적인 의사결정에 도움이 될 수 있는 지표로써 재무제표로 표시되는 정량적인 기업경영의 결과를 각각의 기준에 맞게 도출하여 기업경영의 성과

를 측정하고 평가하는 지표이다(이형석, 2017). 따라서 기업경영에 대한 성과를 정량적인 분석 방법을 통해 평가함으로써 스마트 팩토리 도입에 따른 성과를 객관적인 수치로 나타내고 추진 방향성을 제시할 수 있다(정병주, 2017). ‘스마트 팩토리 추진단’에 따르면, 스마트 팩토리 도입 이후 매출액 증가, 불량률 감소 등 구체적인 성과가 도출되었으며, 매출액은 전체 제조업체의 매출액보다 증가율이 2배 높고, 생산성도 16% 향상된 것으로 조사되었다.

기업의 성과와 관련된 요인에 대해서는 왕덕위(2019)는 “기업의 성과는 어느 하나의 요소에 의해서 결정되기보다는 환경, 전략, 조직 등 다양한 요소들이 종합적으로 작용하여 나타나는 결과”라고 하였다. 기업이 스마트 팩토리를 도입할 경우 기대할 수 있는 비재무적 성과는 다양하다.

[표2-15] 스마트 팩토리 구축에 따른 비재무적 기대성과

기대성과	세 부 내 용
적시생산시스템(JIT)	• 필요한 시기에, 필요한 것을 필요한 만큼만 생산하고, 이를 통하여 제품재고와 원자재 재고를 줄여 생산 공정에서의 낭비를 최소화
유연한 생산체계(FMS)	• 생산품목의 다변화에 대응하여 생산 공정을 변화에 맞게 변화
컴퓨터 통합 생산시스템(CIM)	• 공정설계 및 관리, 제품설계, 생산설계 및 관리, 생산제어 같은 요소의 통합으로, 최종 목표는 고객주문, 제품생산, 출고의 전 과정 통합
소비자 맞춤형 대량생산	• 가치사슬 통합으로 고객과 제조사 간에 정보 교류 및 저장, 활용을 통해 3D 프린팅 등으로 개인 맞춤형 고부가가치 제품의 대량 생산
사전시물레이션 End-to-End 엔지니어링	• 고객주문과 생산공정의 영향을 사전에 예측 시물레이션하여 비용 절감 • 고객주문부터 고객 맞춤형 제품의 생산관리, 고객사 이송과 A/S체계 확립, 재고 관리와 유통관리까지 End-to-End 엔지니어링을 구현
제조업 서비스화	• 미숙련공을 위한 원격교육 및 증강현실 기술을 활용한 교육과 고객사의 생산설비 등을 모니터링하여 이상 여부 감지, 예방정비 시기 알림 등과 같은 소프트웨어 기술 활용은 SF의 서비스화에 많이 기여
도심형 공장 및 재택근무 활성화	• 설비공유(공유경제 확산)와 높은 에너지 효율성 바탕 도심형 공장 증가 • 자동화 및 지능화 기술이 집약된 SF 제조시설은 에너지 효율화, 소음 및 오염 배출 감소, 생산설비의 유연성 향상, 설비공유 가능 • 원격제어 기술, 작업공간 효율적 배치로 제조 근로자 재택근무 여건 조성

출처 : 명상일, 서창성 외 자료를 연구자 재구성하였음.

배병축(2019)은 스마트 팩토리 도입으로 생산 서비스 수준 향상, 품질 서비스 수준 향상, 생산성 향상과 같은 것을 비재무적 성과라고 하였다. 명상일(2017)은 스마트 팩토리를 통한 성과로 적시 생산 시스템(JIT), 유연 생산시스템(FMS), 컴퓨터 통합 생산시스템(CIM)을 제시하고 있다. 서창성(2018) 등은 소비자 맞춤형 생산, 사전 시뮬레이션 및 End-to-End 엔지니어링, 제조업의 서비스화를 통한 경쟁력 강화, 도심형 공장 증가 및 재택근무 활성화와 같은 요소들을 스마트 팩토리 구현의 기대효과로 제시하고 있다. [표2-15]는 스마트 팩토리 구축 시 예상되는 비재무적 기대성가를 나타낸 것이다.

스마트 팩토리가 도입되면 단순 작업 인력은 축소되고 시스템, 소프트웨어 인력 수요는 증가한다. 스마트 팩토리의 특징 가운데 하나가 ICT, 센서, 로봇, 인공지능 등을 활용한 공정 자동화이므로 단순 작업 근로자의 수가 감소할 것이라는 예상이 지배적이다. 그러나 최근 조사 결과에 의하면 스마트 팩토리를 도입한 기업의 고용 증가율이 제조업 전체보다 높은 것으로 나타나 스마트 팩토리가 오히려 고용을 촉진하고 있음을 확인할 수 있다. 이러한 예상 밖의 결과가 나타난 이유는 대부분의 스마트 팩토리가 아직 기초 단계 수준에 머물고 있어 실질적인 공정 자동화가 이루어지지 않았기 때문으로 추정된다. 향후 스마트 팩토리가 고도화 단계에 진입하게 되면 단순 작업자 수는 많이 감소할 수밖에 없으나 플랫폼 운영 및 자동 제어 등 시스템과 소프트웨어전문가 그리고 빅데이터 분석가 등의 수요는 크게 증가할 것으로 예상된다.

이외 스마트 팩토리 구축에 따른 비재무성과는 고객 서비스 향상, 비용 절감, 납기향상, 품질향상, 인력 효율화, 맞춤형 제품 생산, 환경 및 안전, 자원 효율성, 통합된 협업 생산 시스템, 최적화된 동적 생산 시스템, 신 비즈니스 창출, 제품 및 서비스의 생산 통합, 높은 수준의 협업 달성, 제조의 신뢰성 확보 등으로서 다양한 구축 목적이 있는 것으로 확인되었다(임정우 외, 2017; Ramakrishna et al., 2017; Kumar, 2018; Lopez et al., 2018).

본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 스마트 팩토리 구축에 따른 비재무적 경영성과를 작업 시간 단축, 효율적인 재고관리, 품질관리용이, 작업비용 절감, 업무속도 증가, 정확한 생산량 예측 등 업무 방법의 개선 관점에서 측정하였다.

3) 기업 성장단계

제품도 수명 주기가 있듯이 기업도 유기체적인 관점에서 성장단계를 구분하는 연구가 수행되어 왔다. 초기 연구는 Chandler(1962) 등이 수행하였고, 이후 많은 학자에 의해 연구가 진행되었다. Greiner(1972)는 기업의 성장단계를 진화론적인 관점에서 설명하였다. Lippt & Schmidt(1967)는 발전하는 조직에서 경영상의 핵심 관심사에 초점을 두고 기업을 탄생기, 성장기, 성수기로 구분하였다. Kazanjian(1988)는 기술집약적 신기업(Technology-Based New Venture)에 적용되는 이론적인 성장단계 모형을 개발하였는데 기업의 성장단계를 개발단계, 상업화단계, 성장단계, 안정화단계로 구분하였다. Anthony and Ramech(1992)는 기업의 성장단계를 구분할 때 매출액증가율, 자본적 지출, 기업 연령, 배당 성향 등과 같은 분류변수를 사용하며, 기업의 성장단계에 따라 주식가격을 결정변수가 달라질 수 있다고 하였다.

Timmons & Bygrave(1986)는 오랜 현장경험을 바탕으로 기업의 업력을 기준으로 벤처기업을 창업 이후 3년까지 창업기, 3년 이후 10년까지를 성장기, 10년 이후 15년까지를 성숙기, 15년 이후를 안정기 등 4단계로 구분하였다. Black(1998)은 기업의 생명주기를 매출액 증가율, 배당 성향, 기업 연령 3가지 분류변수를 사용하여 설립, 성숙, 쇠퇴의 3개 기업단계로 구분하여 현금흐름과 이익의 상대적 가치 관련성이 생명주기에 따라 다르다는 가설을 연구하였다. 설립단계는 투자현금흐름, 성숙단계는 이익 그리고 쇠퇴단계는 영업현금흐름이 가장 가치 관련성이 높다는 것을 실증분석을 통해 밝혔다.

Davidsson et al.(2005)은 “기업 성장은 시간의 경과에 따른 기업 규모의 증가로 보는 정의와 기업 규모의 변화를 가져오는 과정으로 정의하고 있으며, 기업 규모의 증가로 보는 정의에 의하면 매출, 이윤, 수출, 자산, 생산, 고용 등의 다양한 변수를 기준으로 한다.”고 했다. 그 중 매출 성장이 가장 선호되는 분석변수라 할 수 있는데 상당한 기간에 걸친 상대적으로 안정적인 성장이 일반적 정의라면 최근의 고성장기업 논의는 단기간의 집중적 성장에 초점을 맞추어 정의되기도 한다(김형철, 2014). 최현섭 외(2006)는 기업의 라이프 사이클에 매출액증가율, 유형자산증가율, 종업원증가율을 사용하여 성장, 성

숙, 쇠퇴단계의 기본 3단계와 각 기본단계 사이의 2개의 경계단계를 구분하여 총 5단계로 분류하고, 현금흐름과 회계이익의 가치 관련성을 연구하였다. 황유정(2007)은 Anthony and Ramech(1992)의 분류방식을 기본으로 매출액 증가율, 유형자산증가율, 종업원증가율, 기업 연령을 분류변수로 사용하여 설립기, 성장기, 성숙기, 쇠퇴기, 해산기의 5단계로 분류하였다.

국내외 여러 학자가 기업의 성장단계를 정의하고 분류한 기준이 있지만, 중소기업 지원 또는 관리를 담당하는 기관들도 성장단계를 정의하였다. 중소기업진흥공단은 성장단계를 도입기, 급성장기, 성장전기, 성장후기 등 4단계로 구분하였다. 중소기업중앙회는 진입기, 성장기, 성숙기, 쇠퇴기 등 4단계로 나누었다. 중소기업청(2013)은 창업단계, 기술개발단계, 상품화 단계, 사업화단계 등으로 구분하였다. 중소벤처기업부는 2016년에는 창업기(또는 진입기), 성장기, 성숙기, 쇠퇴기 등으로 분류하였고, 2017년에는 창업기, 초기성장기, 고도성장기, 성숙기 그리고 쇠퇴기 등으로 분류하였다.

정부는 소외된 창업 초기 기업이나 역량이 부족한 중소기업 등을 지원하기 위하여 성장단계별 특성에 맞게 지원 사업을 다양화하고 있다. 그러나 기업의 성장단계를 창업기, 성장기, 성숙기, 정체기 등으로 나눈다는 것이 모호하다. 기업에서 생산하는 제품의 수명주기 이론과 함께 기업 활동의 동태적 관점을 반영하여 기업의 성장단계를 분류하고 있으나 성장단계에 관한 명확한 기준은 통일되기 어렵고 성장단계별 핵심 경영문제의 공통적인 요소를 도출하는 것도 어렵다(경중수, 이보형, 2010).

노용환, 홍성철(2011)은 성장단계를 세 가지 기준으로 나누어 설명하고 있다. 첫째 연구자가 미리 설정한 설문자료에서 응답자가 성장단계를 선택하는 방식이고, 둘째 기업의 업력 규모 생산성 부가가치 매출액 성장률 같은 성장지표를 이용하여 제품 수명 주기를 파악함으로써 성장단계를 구분하는 방식이며, 셋째 기업의 성장단계 구분에 영향을 미치는 다양한 기업 속성을 연결하여 성장방정식을 추정하는 방식이다.

‘중소기업창업 지원법’에서는 “창업자란 중소기업을 창업하는 자와 중소기업을 창업하여 사업을 개시한 날로부터 7년이 지나지 아니한 자”로 정의한다. 금융위원회에서도 2017년에 발표한 「건강한 창업생태계 조성을 위한 지원방

안」을 통해 창업기업의 범위를 사업 개시 후 5년에서 사업 개시 후 7년인 기업까지 확대하였다. 한편, 성장기 기업에 대한 정의는 법률상에서 별도로 다루고 있지 않으나 정책상으로는 업력 8년 이상~15년 이하로 보는 것이 일반적이며, 창업기업은 수익성 자금 조달 흐름에 따라 다시 업력 3년 이하의 도입기 기업과 업력 4~7년의 도약기 기업으로 구분된다. 특히, 업력 4~7년의 기업의 경우 낮은 수익성으로 소위 ‘데스밸리’라 불리는데, 이 기간 동안 기업은 낮은 수익률과 정부 지원의 감소로 인하여 생존에 어려움을 겪고 있다(장현수, 2019). 노용환, 홍성철(2009)은 한국 중소기업의 성장경로 연구에서 각 기업을 업력 5년 단위로 구분하여 분석하였다. 장현수(2019)는 기업 성장단계에 따른 신용보증 지원성과 분석과 관련한 연구에서 정책금융의 지원체계를 반영하여, 기업 성장단계를 창업 이후 7년 이내를 창업기, 7년 초과 15년 이내를 성장기, 15년 초과를 성장후기 또는 성숙기로 분류하였다. 또한, 창업기는 창업 이후 3년 이내를 도입기, 3년 초과 7년 이내를 도약기로 세분하였다.

본 연구는 연구대상 제조중소기업을 창업기업과 비창업기업, 창업기업, 성장기업, 성숙기업으로 분류하였다. 창업기업은 실무적인 관점에서 중소기업 정책금융지원과 연계하여 창업 후 7년 이내 기업으로 정의하고, 비창업기업은 7년 초과 기업으로 정의한다. 비창업기업은 창업 이후 15년 이내 기업을 성장기업으로, 15년 초과 기업은 성숙기업으로 분류한다. 설립 3년 이내 기업은 재무 자료가 없거나 지나치게 영세하여 연구대상에서 제외하였다. 본 연구에서는 [표2-16]과 같이 기업의 성장단계를 분류하여 적용한다.

[표2-16] 기업 성장단계 분류

성장단계	창업단계	성장단계	성숙단계
업력	창업 이후 3년 초과 7년 이내	창업 이후 7년 초과 15년 이내	창업 이후 15년 초과
명칭	창업기업	성장기업	성숙기업

4) 선행연구 정리

스마트 팩토리 수용의도는 최근 스마트 팩토리과 관련한 연구에서 자주 다루는 주제이다. 오주환(2019)는 스마트 팩토리 구축 목적과 지속적 사용의도와 관계를 연구하였다. 스마트 팩토리 구축목적과 구축내용 그리고 지속적 사용의도 간의 관계를 파악 이들 관계가 유의함을 밝혔다. 박제선(2019)은 스마트 팩토리 구축 의지와 실행과의 관계를 연구하였다. 경영진의 의지, 실무자의 의지, 정부 의지를 설명변수로 하여 스마트 팩토리 구축의지가 구축 실행에 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인하였다. 경영성과 관련한 연구는 조준기(2019)가 재무제표 자료를 이용하여 재무성과를 연구하였고, 왕덕위(2019)는 경영혁신이 재무적 성과와 비재무적 성과에 미치는 영향을 연구하였다. 기업 성장단계에 관한 연구에서 이희완(2016)은 기업의 성장단계별 특성 연구를 이용하여 중소기업의 R&D 지원성과를 분석하면서 기업의 성장단계를 창업기, 성장기, 성숙기, 정체기, 재도약기 등 5단계로 구분하였다. 장현수(2019)는 기업 성장단계에 따른 신용보증 지원성과 분석에서 기업 성장단계를 도입창업, 도약창업, 성장, 성숙 등 4가지 단계로 나누고 재무제표를 이용하여 신용보증 성과를 분석하였다. [표2-17]은 스마트 팩토리 수용의도와 경영성과 그리고 기업 성장단계와 관련한 선행연구를 요약 정리한 것이다.

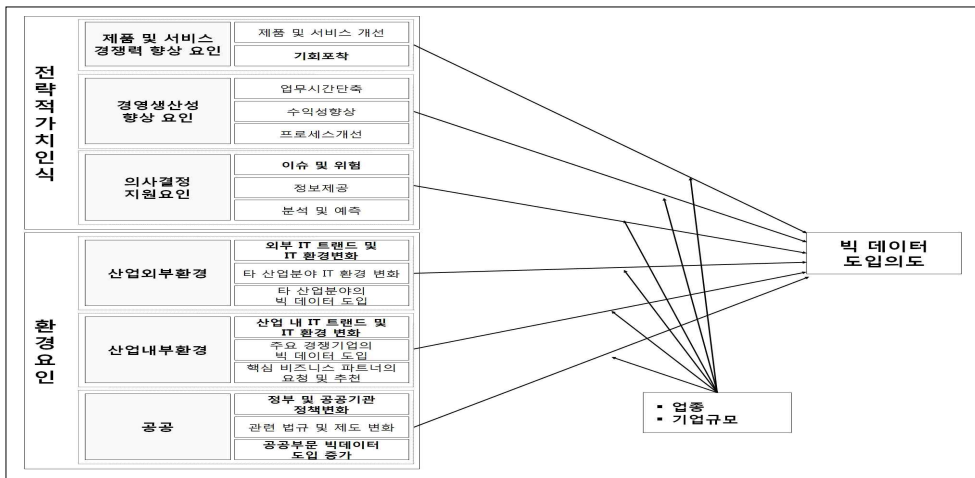
[표2-17] 수용의도 및 경영성과 관련 선행연구 요약

연구자	이론적 배경 및 선행연구
김지대, 지수영, 류관희, (2018)	- 중소제조기업의 외부 제조 빅데이터 기술이전 성과에 영향을 끼치는 요인에 관한 연구 -빅데이터 기술이전에 영향을 미치는 요인을 한국전자통신연구원 자료를 분석하였으며 조직원의 수용의도가 기술이전에 영향
노용환, 홍성철 (2011)	- 한국 중소기업의 성장경로 연구 -우리나라 중소기업의 성장경로를 식별하고 생산함수 추정 및 경영성과 분석을 통해 성장단계별 특성을 분석
박제선 (2019)	- 정부지원 기업의 SF 구축 의지와 실행에 관한 관계 연구 -SF 구축에 관한 경영진 의지, 실무자 의지, 정부 의지가 SF 구축실행에 얼마만큼의 영향을 미치는지에 관해 연구

박종필 (2017)	•인더스트리 4.0시대의 SF 성공 사례 분석 -대, 중·소기업 대상으로 SF 성공구축 사례들을 분석하여 대기업은 일부공장에서 전체공장으로 확대, 중소기업은 낮은 단계에서 높은 단계로 업그레이드가 효과적임을 확인
변대호 (2016)	•SF 동향과 모델공장 사례 연구 -S.F도입은 SCM과 BM을 변화시키고, 품질개선, 안전한 작업장, 비용절감, 생산성 향상시킴. -S.F 8대 핵심요소 기술인 IoT, Big Data, CPS, Sensor, 클라우드 컴퓨팅, 3D프린팅, 에너지절감, 홀로그램 기술과 동향 제시
왕덕위 (2019)	•중국 제조업을 대상 경영혁신이 PMS 영향 연구 -PMS상호작용적 이용과 공정성을 통하여 재무적 성과와 비재무적 경영성과에 미치는 영향 연구.
이형석 (2017)	•품질경쟁력우수기업 수상기업의 재무성과에 관한 연구 -정성적 경영성과와 정량적 재무성과를 결합하여 분석 -재무성과 평가지표인 성장성, 수익성, 안정성, 재무성과 분석
장성희, 이동만 (2009)	•RFID도입 영향 요인과 조직간 협업이 RFID도입에 미치는 영향 -RFID도입은 표준화 정도, 지각된 이점 등 기술적 특성과 최고경영층 지원, IT 하부구조, IT 지식능력 등 조직적 특성 그리고 환경 불확실성, 경쟁적 압력 등 환경적 특성이 영향을 주는 요인임
조준기 (2019)	•중소제조업체의 재무성과와 고용창출 및 안정성 관계 연구 -중소제조업체의 재무정보와 한국고용정보원의 종업원 수 등의 패널 데이터를 활용하여 중소기업의 재무성과가 고용창출과 고용안정성에 미치는 영향에 대하여 실증분석(재무자료 6,162개)
Feeny, D. F., Ives, B. (1990)	•In Search of Sustainability: Reaping Long Term Advantage from Investments in Information Technology -경영진의 인식과 정보 시스템 기술의 전략적 역할에 대한 기대에 영향 주고, 아이디어 생성을 지원하는 개념적 프레임 워크는 문헌에 널리 인용되어 있으며 실제로 사용됨을 밝힘
Kumar, A. (2018)	•Methods and Materials for Smart Manufacturing -4차 산업혁명의 도래, 스마트 제조 및 인더스트리 4.0의 실현 그리고 기술의 급속한 발전은 상품과 서비스의 제조 환경을 변화시킴 -현재 제조방법과 극복해야 할 과제를 확인하고, 스마트 제조를 IoT, CPS, 인간-물리적 상호작용의 기반 형태로 이해하고 검토
Ramakrishna, S. et al. (2017)	•Smart Manufacturing -스마트 생산의 목적은 생산성 향상, 비용절감, 고객에 대한 제품 맞춤화, 자원 효율성 및 제조의 부정적인 환경영향 완화 등 -S.F의 목적 달성을 위해 센서, 데이터 분석, 알고리즘, IoT, 기계 학습, 인공지능 등과 관련된 지식과 기술을 가진 엔지니어 양성을 제시

제 6 절 선행연구의 시사점

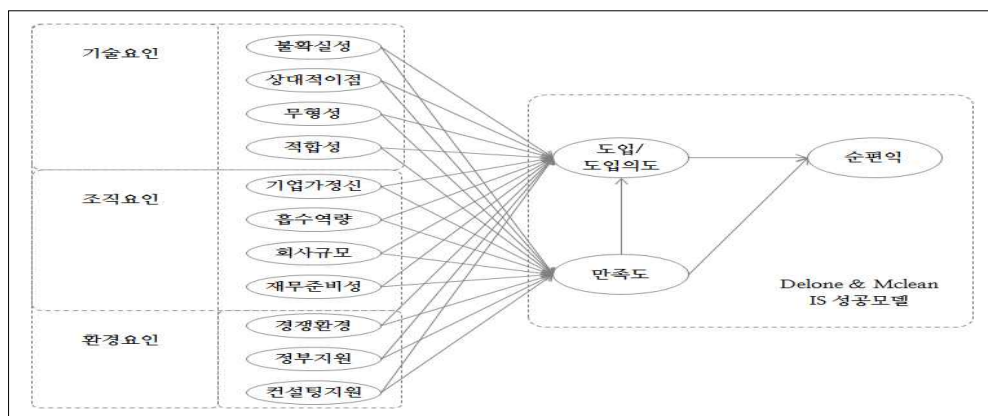
가회광(2014)은 빅데이터 도입의도에 영향을 주는 설명변수를 전략적 가치 인식과 환경요인으로 나누고, 전략적 가치 인식에는 제품 및 서비스 경쟁력 향상 요인, 경영 생산성 향상 요인, 의사결정 지원 요인으로 구성하였으며 환경요인에는 산업 외부환경, 산업 내부환경 그리고 공공환경으로 구성하였다. 업종과 기업 규모를 조절변수로 하여 설명변수와 반응변수 그리고 조절변수의 영향 관계를 연구하였다. 가회광의 연구는 빅데이터라는 새로운 기술의 수용도를 Elizabeth & Michael(2004)이 제시한 전략적 가치 인식 측면과 Tornatzky & Fleischer(1990) 이 제시한 정보시스템 도입 환경 요인을 기초 변수를 선택하였다. 그러나 설명변수의 선택에서 추가적인 이론적·실무적 고찰을 통해 연구 변수의 관계를 설명할 수 있는 변수 선택이 필요함을 지적하였다. 또한 빅데이터를 도입한 기업이 아닌 도입 예정 기업을 대상으로 연구하여 도입기업에 대한 의도라고 할 수 없는 한계가 있고 하였다.



[그림2-7] 빅데이터 수용의도에 영향을 미치는 영향요인 연구

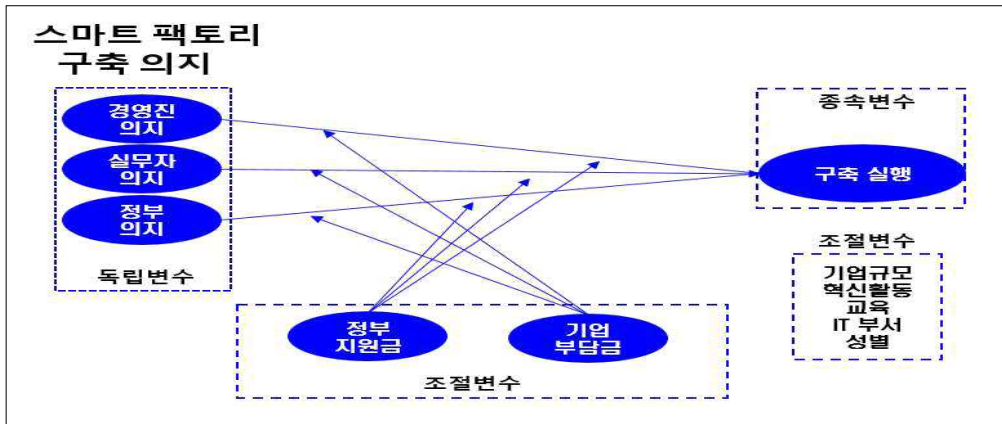
길형철(2019)은 TOE 및 IS 성공모델을 중심으로 스마트 팩토리 수용 요인과 성과분석 연구에서 설명변수를 기술 요인(불확실성, 상대적 이점, 무형성, 적합성), 조직 요인(기업가정신, 흡수역량, 회사 규모, 재무 준비성), 환경

요인(경쟁환경, 정부 지원, 컨설팅 지원)으로 구성하고 이들 요인이 스마트 팩토리 도입의도 및 만족도에 미치는 영향 관계, 그리고 만족도가 도입의도 및 순편익, 도입의도가 순편익과의 영향 관계를 연구하였다. 연구에서 스마트 팩토리의 성과 발생에 대한 시간적 문제와 스마트 팩토리 수용의도와 수용을 구분하지 않은 문제점을 한계로 지적하였다.



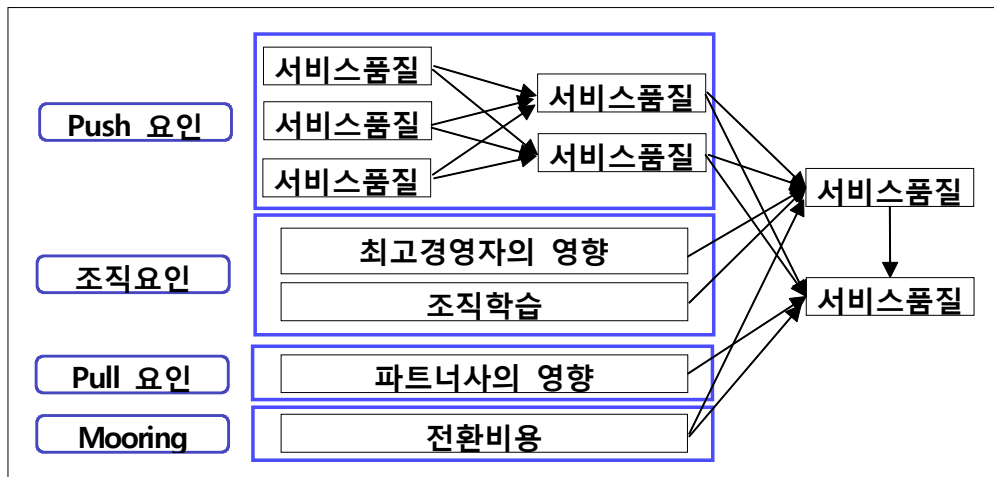
[그림2-8] 스마트 팩토리 수용요인과 성과분석 연구

박제선(2019)는 스마트 팩토리 구축 의지와 실행에 관한 관계분석 연구에서 설명변수를 경영진 의지, 실무자 의지, 정부 의지 등으로 구성하여 IT 부서의 임직원에게 국한된 설문 조사였다. 설문자료는 10일간 온라인 조사를 통해 150개의 자료를 확보하여 분석하였다. 직원이 스마트 팩토리 구축에 대한 경영진의 의지를 정확히 파악할 수 없고 스마트 팩토리 도입이 전사적 차원의 프로젝트임에도 IT 한 부서의 의지만 반영하는 것은 설명변수의 범위를 상당히 제한한 한계가 있다. 또한, 스마트 팩토리 구축은 의지만으로 의사결정을 할 수 있는 문제가 아니기 때문에 외부 전문가인 컨설턴트 또는 정부 관계자를 활용하여 이들이 스마트 팩토리 도입에 미치는 영향을 연구하는 것도 필요하다. 그리고 설명변수를 스마트 팩토리 구축 의지에만 국한하여 연구를 진행함에 따라 일정 부분에 한계점이 존재한다.



[그림2-9] 스마트 팩토리 구축의지와 실행에 관한 연구

김현규(2019)는 스마트 팩토리의 지속사용의도와 전환의도에 영향을 미치는 요인을 PPM(Push-Pull Mooring)모형, 정보시스템 성공모형, 기술수용모형 등을 통합한 모형을 바탕으로 실증연구를 하였다. 연구는 약 100개 정도의 적은 수의 표본을 사용하였고, 전국에 분포해 있는 중소제조기업을 대표하는 표본 설계가 이루어지지 못한 한계를 가지고 있다. 또한 특정 시점에서 연구가 이루어져 시간의 흐름에 따른 변화를 연구에 전혀 반영하지 못한 한계가 있다.



[그림2-10] 스마트 팩토리 지속사용의도와 전환의도에 관한 연구

오주환(2019)은 스마트 팩토리 구축목적을 생산성 향상과 유연성 향상에

두고 이들이 스마트 팩토리 구축 내용에 미치는 영향 그리고 구축내용이 지속적 사용의도에 미치는 영향을 연구하였다. 이 연구 또한 적은 수의 표본과 구축목적이라는 한정된 설명변수로 인한 한계점을 가지고 있다. 최영환, 최상현(2017)은 중소기업을 대상으로 최고경영자 의지, 정부 지원, 외부컨설팅 그리고 조직참여도 등 설명변수가 스마트 팩토리 구축에 미치는 영향과 기업경쟁력 관계를 연구하였다. 정부 주도의 스마트 공장 추진 초기에 약 10개 기업을 대상으로 연구하여 설문 결과를 일반화하기에는 다소 한계가 있다. 그리고 배병축(2017), 정병주(2017), 권도훈(2017), 김기웅(2016) 등은 스마트 팩토리 수용의도 등과 관련 연구를 진행하면서 설명변수로 제조실행, 품질분석, 설비관리, IoT 등 실제 공급되는 스마트 공장 솔루션 종류 또는 기술적인 요인으로 선정하고 이들 솔루션 단위가 경영성과 또는 재무적 성과에 미치는 영향에 대해 연구를 진행하였다. 또한 김재성(2017), 조용주(2017), 나형배(2018), 소병업(2018)은 자동차 부품, 전자 부품, 금속가공 공장 등 특정 산업 분야에 대한 스마트 팩토리 구축과 관련한 연구를 진행하였다.

스마트 팩토리 관련 선행연구를 통해 몇 가지 한계점을 발견할 수 있다. 먼저 연구 대상 표본 수가 적고 연구 결과를 일반화 할 수 있는 표본설계가 이루어지지 못했다는 점이다. 그리고 설문 대상이 스마트 팩토리 운영과 직접 관련이 있거나 스마트 팩토리 구축과 관련하여 의사결정을 할 수 있는 기업의 대표자나 경영자가 아니어서 단편적이거나 편향된 응답 결과를 연구에 반영했을 가능성이 있다는 점이다. 또한 연구자들은 스마트 팩토리 관련 연구에 제한된 기술, 제품들을 설명변수로 선정하여 연구모델에 사용하거나 자동차, 전자 부품 등 일부 업종이나 제한된 분야를 대상으로 연구를 진행함에 따라 전체적인 정부 정책에 대한 제안이나 스마트 팩토리 수용도에 대한 일반적인 상황을 제안하기에 부족한 부분이 존재한다는 것을 확인할 수 있었다.

제 3 장 연구 모형 및 설계

제 1 절 연구 모형

자금과 조직이 상대적으로 빈약한 중소기업이 스마트 팩토리를 도입하고 고도화하는 것은 다양한 요인에 의해 영향을 받는다. 특히 많은 자금이 투입되고, 전문 인력 채용과 기존 직원의 교육을 위해 추가적인 비용이 필요하게 된다. 생산 시스템 변경에 따라 거래처의 묵시적 동의도 필요할 때도 있다. 제조환경의 변화로 인해 기존과 다른 새로운 제조방식의 도입 필요성은 인식하지만, 현실적인 어려움으로 인해 스마트 팩토리 도입을 위해서는 전략적 접근이 필요하다. 스마트 팩토리는 기존 생산설비에 센서, 사물인터넷, 사이버물리시스템 등 ICT 기술을 이용하여 생산을 자동화하고 생산설비를 서로 연결하여 원하는 품질 수준의 제품을 스스로 생산하게 하는 것이다. 공장이 스스로 생산을 통제하기 위해서는 생산 과정에서 발생하는 빅데이터 분석을 통해 의사결정을 할 수 있어야 한다. 즉 스마트 팩토리는 생산과 운영에 있어서 자동화(Automation Technology) 및 운영기술(Operation Technology)에 빅데이터 분석 시스템이 접목되어 데이터 기반의 의사결정이 있어야 한다(김승택, 2017).

기업의 최고경영자는 스마트 팩토리라는 새로운 생산 시스템 구축으로 소요되는 비용 대비 생산성 향상을 추구할 것이다. 생산성 향상은 기존 제품의 생산량 증대뿐만 아니라 생산속도의 증가에 따른 유휴 시간을 활용하여 새로운 제품의 개발 또는 신사업 모델 개발로 이어질 수 있다. 그리고 스마트 팩토리 구축에 따른 빅데이터 분석은 신모델 및 신제품 개발, 품질 향상 그리고 신규 거래처 확보 등 회사의 신규 사업으로 진출할 기회를 제공한다. 신규 사업은 새로운 시장 개척과 기존 시장의 확대에 이어져 회사의 이익을 증대시켜 준다. 또한 스마트 팩토리의 도입은 기존 설비에 ICT를 접목하기 때문에 기존 생산 프로세스 개선, 생산설비의 안정적 운영을 통한 프로세스 개선 그리고 회사 경영에 관한 의사결정과 관련한 프로세스를 개선하여 경영 생산성

을 확대할 수 있다.

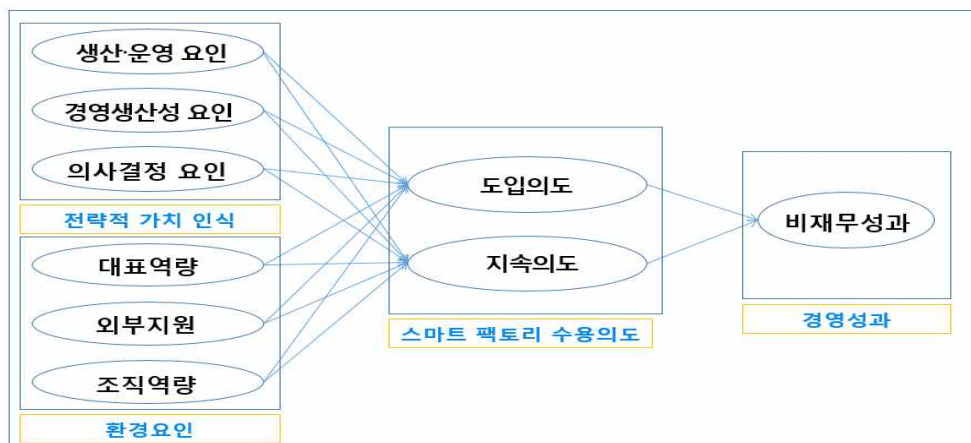
중소기업은 회사의 중요한 의사결정에 대한 정보와 지식을 제공할 수 있는 전문 조직이 없어 대부분 대표자는 같은 업종의 지인, 자신의 경험 또는 감에 따라 의사결정을 한다. 이와 같은 의사결정은 충분한 상황 분석, 문제 해결 방안이 부족하여 잘못된 결과를 초래할 수 있다(김상문, 2009). 기업의 최고경영자는 전략적 의사결정에 있어서 전문 컨설턴트가의 경영상의 문제를 진단하고, 해결 방안 및 실행 방안 등 조언을 받아 판단하는 것이 필요하다.

중소기업은 새로운 기술 또는 설비 시스템 도입 및 수용에서 대표자의 역량이 많은 영향을 미친다. 대표자의 역량은 기업가적 역량, 관리적 역량 그리고 기술적 역량으로 구분하여 평가하기도 한다. 고객의 요구와 새로운 기술 또는 시스템에 관한 관심과 정보를 많이 알고 있는 대표자는 수용도가 높을 것이고, 전문적인 기술과 지식을 갖춘 대표자 역시 신기술 도입에 적극적인 자세를 견지할 것이다(노영동, 2019). 또한, 중소기업은 대기업보다 영세한 자본과 재무구조로 인해 경영자의 역량이 기업 성공에 미치는 영향이 대기업보다 크게 나타난다(박신윤, 이찬, 2011).

한편, 중소기업은 많은 자금이 필요한 사업에 있어 외부에서 자금을 차입하거나 지원을 받는 경우가 많다. 정부도 중소기업의 육성과 장기적 생존을 위해 금전적 비금전적 지원을 하고 있다. 이러한 외부환경 요인은 기업이 신규 기술과 시스템 도입에 영향을 미치는 것으로 확인되었다(길형철, 2019). 중소기업은 대기업보다 조직 구성과 역량이 열악한 편이나 소수의 인원이 전문적인 역량을 갖추고 적극적으로 대응할 경우 많은 성과를 이루는 경우가 많다. 따라서 기업의 내부역량은 중요한 요소 중 하나이다(가회광, 2014).

본 연구는 선행연구와 이론적 배경을 바탕으로 스마트 팩토리 수용의도와 경영성과에 영향을 미칠 것으로 예상되는 설명 변인을 추출하여 연구 모형을 구성하였다. 연구 모형은 기술수용모형(TAM)을 기반으로 전략적 가치 인식 및 환경요인과 새로운 시스템 수용의도와 관계를 규명하는 Elizabeth & Michael 모형을 기초로 하였다. Elizabeth & Michael(2004)은 전자상거래의 도입의도에 영향을 미치는 전략적 가치 인식과 환경요인에 관한 연구를 시작하였고, 가회광(2014)는 빅데이터 시스템의 도입의도에 영향을 미치는 요인에

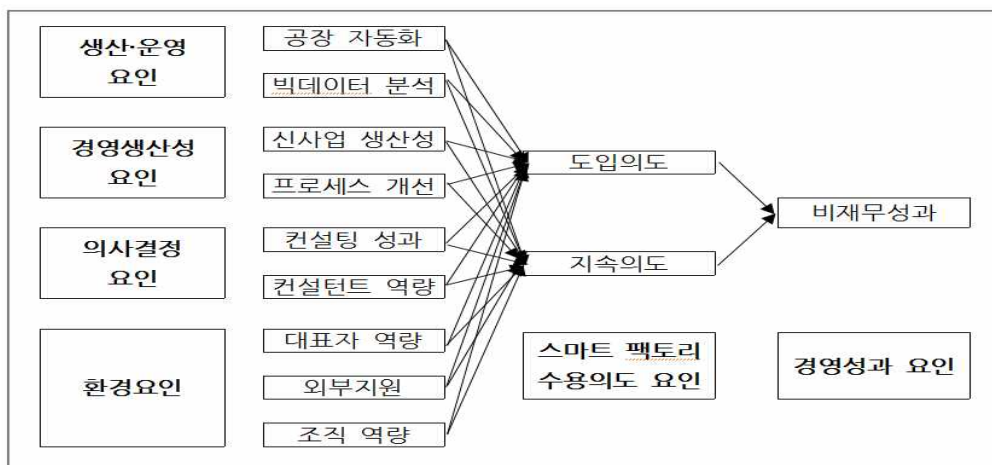
관한 연구에 Elizabeth & Michael 모형을 적용하였다. 스마트 팩토리 도입과 관련한 전략적 가치 인식은 스마트 팩토리 도입에 따른 공장의 운영과 제품 생산과 관련한 생산·운영 요인, 제품의 직접적인 생산 이외 생산성 향상, 생산 프로세스 개선 등과 관련한 경영 생산성 요인 그리고 기업의 경영자가 스마트 팩토리 도입과 관련한 의사결정에 도움이 되는 외부 전문가의 조언이나 도움 등과 관련한 의사결정 요인으로 설명 변인을 구성하였다. 그리고 스마트 팩토리 수용에 영향을 주는 내·외부 환경요인과 관련하여 대표역량, 외부지원 그리고 조직역량을 설명 변인으로 선택하였다. 전략적 가치 인식과 관련한 요인과 환경요인 등 설명 변인이 스마트 팩토리 수용의도와 경영성과에 미치는 영향 관계를 [그림3-1]과 같이 연구 모형을 확정하였다.



[그림3-1] 연구 모형

각 요인에 대한 잠재변수로 생산·운영 요인은 스마트 팩토리 구축과 관련한 공장자동화, 스마트 팩토리 구축으로 제품의 생산과 운영에 필요한 빅데이터 분석이 선택되었다. 경영 생산성 요인에는 스마트 팩토리 도입으로 발생하게 되는 제품 혁신, 품질개선 등으로 인한 새로운 사업 기회에 대한 신사업 생산성과 의사결정 프로세스, 작업환경 프로세스 등의 개선을 통한 경영 생산성 향상과 관련한 프로세스 개선이 선택되었다. 의사결정 요인에는 전문 인력과 조직이 대기업보다 열악한 중소기업의 의사결정 지원을 위해 외부 전문가인 컨설턴트의 조언과 관련한 컨설턴트역량, 컨설팅만족이 선택되었다. 스마

트 팩토리 수용과 관련한 환경요인은 내부환경 요인은 새로운 시스템에 대한 대표자의 관심과 새로운 환경에 적응하고 대응하는 대표자 개인 역량이 선택되었고, 새로운 생산 시스템에 대한 조직 구성원의 수용과 관련한 회사 조직 내부의 역량이 선택되었다. 그리고 스마트 팩토리 도입에는 많은 자금과 시간이 필요하며 중소기업이 자체 자금만으로 조달이 어려워 정부 기관 등 외부 기관의 도움이 필요하여 이와 관련한 외부지원을 환경요인에 포함하였다. 생산·운영 요인, 경영 생산성 요인, 의사결정 요인 그리고 환경요인 등 설명 변인이 스마트 팩토리 도입의도와 도입한 시스템을 지속해서 사용하거나 구축 수준을 업그레이드하려는 의도에 영향을 미칠 것으로 예상하였다. 그리고 이러한 수용의도는 기업의 경영성과에도 영향을 미칠 것으로 추정하였다. 기업의 대표자가 스마트 팩토리를 도입하려는 의도가 없다면 기존의 제조방식을 그대로 적용할 것이고 이는 새로운 성과에 영향을 주지 못할 것이다. 경영성과 요인은 비재무성과로 구성하였다.



[그림3-2] 잠재변수를 포함한 연구 모형

잠재변수를 포함한 설명변수와 매개변수 그리고 반응변수에 대한 연구 모형은 [그림3-2]에 상세히 제시하였으며, 연구 모형은 설명변수 9개, 매개변수 2개 그리고 반응변수 1개로 구성되어 있다.

제 2 절 연구 가설

1) 직접효과 관련 가설

가회광(2014)은 빅데이터 시스템 도입의도에 영향을 주는 설명변수와 관련하여 전략적 가치 인식은 제품 및 서비스 측면, 경영 생산성 측면 그리고 의사결정지원 측면으로 접근하였고, 제품 및 서비스 측면은 제품 및 서비스 경쟁력, 기회포착을 잠재변수로 사용하였다. 경영 생산성 측면은 업무시간 단축, 수익성 향상, 프로세스 개선 등을 잠재변수로 선택하였다. 그리고 의사결정 지원은 기업의 빅데이터 도입의도에 직접적인 영향을 줄 수 있는 것으로 판단하여 잠재변수로 사용하였다.

본 연구는 기술수용모형(TAM)을 기반으로 Elizabeth & Michael(2004)의 전략적 가치 인식 및 Tornatzky & Fleischer(1990)의 환경요인에 관한 선행 연구를 반영하여 스마트 팩토리 수용의도 및 경영성과에 영향을 주는 설명변수를 전략적 가치 인식과 환경요인으로 구분하여 선택하였다. 새로운 기술 또는 시스템 수용과 관련한 전략적 가치에 대해 Elizabeth & Michael(2004)은 운영지원, 경영 생산성, 의사결정 지원으로 제시하였고, 가회광(2014)은 제품 및 서비스 경쟁력 향상, 경영 생산성 향상, 의사결정 지원 등 3가지를 제시하였다.

본 연구에서 스마트 팩토리 도입과 관련한 전략적 가치 인식은 생산·운영 측면, 경영 생산성 측면, 의사결정 측면으로 구성하였고, 환경요인은 대표역량, 외부지원, 조직역량으로 구성하였다. 생산·운영 측면은 스마트 팩토리 구축으로 제품을 생산하고 공장을 운영하는 것과 관련된 요인으로 스마트 팩토리 구성 3요소가 자동화, 연결화 그리고 빅데이터 분석인 점을 고려하여 선택하였다. 다만 공장자동화와 연결화는 상호 간 연관성이 높아 공장자동화 하나로 변수를 통합하였다.

경영 생산성은 제품생산과 간접적인 영향 또는 경영 의사결정에 따른 생산성과 관련된 것으로 신사업 생산성, 프로세스 개선을 변수로 선택하였다. 기업은 스마트 팩토리 구축으로 품질 향상 및 신제품의 개발 기회의 증가, 고객의 니즈를 반영한 맞춤형 생산, 유통, 판매 등을 분석하여 신제품 개발 및

새로운 사업영역의 확대가 가능하여 신사업 생산성을 변수로 선택하였으며, 선행연구에서 확인한 것처럼 스마트 팩토리 구축은 기존 생산설비를 재구성하여 프로세스를 개선하거나 새롭게 구축함으로써 생산성을 높을 수 있어 프로세스 개선을 변수로 선택하였다.

의사결정은 컨설턴트역량, 컨설팅만족을 변수로 선택하였다. 의사결정은 중소기업이 스마트 팩토리 구축과 같은 전문적인 프로젝트 수행을 위해 전문화된 조직이나 전문 인력을 직접 활용할 수 없는 경우가 많아 외부 전문가인 컨설턴트의 조언이 필요하다. 따라서 컨설팅 관련 선행연구에서 컨설턴트역량과 컨설팅만족이 성과에 영향을 미치는 것으로 연구되어 잠재변수로 선택하였다. 선행연구에서 컨설팅 지원을 기업의 외부 환경요인으로 분류한 경우도 있으나 중소기업의 경우 스마트 팩토리 구축과 관련한 전문가 또는 전문 분석을 별도로 두는 기업이 거의 없고, 컨설턴트의 지원이 대표자의 의사결정에 직접적인 영향을 줄 수 있어 의사결정 요인으로 분류하였다.

환경요인은 기업 내부 환경과 외부 환경 요인으로 구분하였으며, 내부 환경 요인은 대표자의 스마트 팩토리 도입 또는 지속과 관련한 지식의 보유 여부 또는 이와 관련한 관리자로서의 대표역량을 변수로 선택하였다. 그리고 회사 조직원들이 외부 지식이나 새로운 시스템을 이해 및 활용하는 조직역량을 변수로 선택하였다. 외부 환경은 정부 기관이 스마트 팩토리 구축과 관련하여 지원하는 금전적 비금전적 내용을 변수로 선택하였다.

스마트 팩토리 수용의도는 기업이 스마트 팩토리를 도입할 당시 시점에서 도입하고자 하는 경영자의 의지와 도입에 따른 기대성과 등과 연관성으로 선택하였다. 지속의도는 스마트 팩토리 도입 이후 기대한 성과에 대한 만족으로 계속하여 사용하거나 기존 설비의 업그레이드를 통해 계속해서 사용하고자 하는 의도와 의 관계로 인해 변수로 선택하였다. 수용의도는 강력한 의지를 포함한 용어로 대다수의 선행연구에서 '의도'라는 개념을 사용하여 본 연구에서도 수용하였다.

경영성과는 앞서 설명한 바와 같이 재무성과가 재무제표에 반영되는 시점에 관한 연구가 선행되거나 개별 기업에 대한 스마트 팩토리 도입시점의 정보를 추가한 이후에 적용하는 것이 바람직한 것으로 판단되어 비재무성과만

을 반응변수로 선택하였다. 비재무성과는 스마트 팩토리 수용의도를 원인으로 스마트 팩토리가 도입됨으로 인해 가시적으로 나타나는 품질향상, 업무속도 증가, 업무처리 방식 개선, 기업의 경쟁력 향상 등 기업이 갖게 되는 여러 가지 비재무적 이익들로 구성하였다.

연구 모형 구성을 위해 선택된 설명변수, 매개변수 그리고 반응변수의 영향 관계를 연구하고자 다음과 같이 가설을 설정하였다. 연구 가설은 직접효과 가설과 수용의도의 매개효과 가설 그리고 기업 성장단계의 조절효과 가설로 설정하였다. 먼저 전략적 가치 인식과 스마트 팩토리 수용의도 관련 직접효과에 대한 연구 가설은 다음과 같이 설정하였다.

H1. 생산·운영 요인은 스마트 팩토리 수용의도 요인에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H1_1.공장자동화는 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H1_2.공장자동화는 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H1_3.빅데이터 분석은 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H1_4.빅데이터 분석은 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H2. 경영 생산성 요인은 스마트 팩토리 수용의도 요인에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H2_1.신사업 생산성은 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H2_2.신사업 생산성은 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H2_3.프로세스 개선은 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H2_4.프로세스 개선은 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H3. 의사결정 요인은 스마트 팩토리 수용의도 요인에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H3_1.컨설턴트역량은 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H3_2.컨설턴트역량은 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H3_3.컨설팅만족은 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H3_4.컨설팅만족은 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H4. 환경요인은 스마트 팩토리 수용의도요인에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H4_1.대표자역량은 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H4_2.대표자역량은 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H4_3.외부지원은 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H4_4.외부지원은 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H4_5.조직역량은 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H4_6.조직역량은 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

다음은 스마트 팩토리 수용의도와 경영성과에 관한 직접 효과에 대한 가설 설정이다. 앞서 언급한 바와 같이 스마트 팩토리 구축에는 많은 자금과 인력이 투입되는 프로젝트로 대표자의 강한 의도나 의지가 없으면 스마트 팩토리 구축은 이루어질 수 없다. 그리고 중소기업의 경영자는 스마트 팩토리 구축으로 생산성 향상, 근무 여건의 개선, 불량률 감소 등 여러 가지 경영성과가 달성될 것이라고 기대할 것이다. 스마트 팩토리 수용의도는 도입의도와 지속의도로 구성되어 있고, 경영성과는 비재무성과로 구성되어 있다. 스마트 팩토리 수용도와 경영성과와의 직접효과에 대한 연구 가설은 다음과 같다.

H5. 스마트 팩토리 수용의도 요인은 경영성과 요인에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H5_1.스마트 팩토리 도입의도는 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H5_2.스마트 팩토리 지속의도는 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

2) 매개효과 관련 가설

전략적 가치 인식과 환경요인에 관한 설명변수는 스마트 팩토리 수용의도에 직접 영향을 미칠 것으로 예상되며 또한 경영성과에도 영향을 미칠 것으로 예상된다. 설명변수와 경영성과의 영향 관계는 직접 영향 관계도 있을 수 있지만 스마트 팩토리 수용의도가 이들 두 변수 사이에 매개 작용을 하는지 그 관계를 검증한다. 스마트 팩토리 수용도의 매개효과에 대한 연구 가설은 다음과 같다. 매개변수인 수용의도가 유의하게 설명변수와 경영성과인 반응변수를 매개하려면 설명변수와 반응변수 사이의 관계가 유의해야 하고, 설명변수와 매개변수의 관계도 유의해야 하며 매개변수와 반응변수의 관계도 유의해야 한다. 또한, 매개변수가 없는 경우 설명변수와 반응변수의 관계에 대한 효과가 매개변수가 있는 경우 설명변수와 반응변수의 관계에 대한 효과보다 더 커야 한다. 수용의도의 매개효과는 AMOS의 부트스트래핑(bootstrapping) 방법을 이용한다. 설명변수와 반응변수와의 관계에 대한 수용의도의 매개효과

와 관련한 가설은 다음과 같다.

H6. 생산·운영 요인은 수용의도를 매개로 경영성과 요인에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H6_1.공장자동화는 도입의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H6_2.공장자동화는 지속의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H6_3.빅데이터 분석은 도입의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H6_4.빅데이터 분석은 지속의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H7. 경영 생산성 요인은 수용의도를 매개로 경영성과 요인에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H7_1.신사업 생산성은 도입의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H7_2.신사업 생산성은 지속의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H7_3.프로세스 개선은 도입의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H7_4.프로세스 개선은 지속의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H8. 의사결정 요인은 수용의도를 매개로 경영성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H8_1.컨설팅트역량은 도입의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H8_2.컨설팅트역량은 지속의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한

영향을 미칠 것이다.

H8_3.컨설팅만족은 도입의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H8_4.컨설팅만족은 지속의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H9. 환경 요인은 수용의도를 매개로 경영성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H9_1.대표역량은 도입의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H9_2.대표역량은 지속의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H9_3.외부지원은 도입의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H9_4.외부지원은 지속의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H9_5.조직역량은 도입의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

H9_6.조직역량은 지속의도를 매개로 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.

3) 조절효과 관련 가설

오주환(2017)은 스마트 팩토리 구축목적이 구축내용과 사용의도에 미치는 영향에 관한 연구에서 기업 규모를 조절변수로 사용하였다. 가회광(2014)은 빅데이터 도입의도 연구에서 기업의 업종과 규모를 조절변수로 사용하기도 하였다. 김기웅(2017)은 통합기술수용모형(UTAUT)을 이용하여 중소기업의 IoT 수용에 관한 연구에서 사물인터넷에 대한 경험을 조절변수로 사용하였다. 이처럼 선행연구에서는 주로 기업 규모, 업종, 특정 경험 유무 등을 조절변수로 선택하였다.

본 연구는 기업이 창업 이후 성장 및 발전하는 단계에 따라 창업기업, 성장기업, 성숙기업으로 분류하여 기업의 성숙단계별로 조절효과가 있는지를 검정하였다. 선행연구에서 언급한 바와 같이, 창업기업은 설립 이후 3년 초과 7년 이내 기업을 말하고, 성장기업은 설립 이후 7년 초과 15년 이내기업 그리고 성숙기업은 설립 이후 15년을 초과한 기업으로 정의하였다. 창업기업은 대체로 영세하고 생존이 어려워 우리나라는 창업기업이 성장·발전할 수 있도록 다양한 지원책을 사용하고 있다. 창업 초기에는 생산설비 구입, 직원 채용, 원자재 구입 등 비용부담이 상당히 크기 때문이다. 특히 창업 이후 3~5년 사이에 기업의 도산율이 높아 죽음의 계곡(death valley)이라고 부르는 시기를 지나쳐야 한다. 창업기업은 금전적 지원뿐만 아니라 다양한 교육, 컨설팅 등 비금전적 지원도 이루어지고 있다. 성장기업은 창업단계의 어려움을 극복하여 경영의 안정화 단계에 접어든 기업으로 분류할 수 있다. 성숙기업은 과거의 기술과 업력을 바탕으로 지속해서 성장 발전하거나 새로운 성장 동력을 찾아야 생존이 가능한 기업으로 분류할 수 있다. 이와 같은 기간별 기업 성장단계의 분류는 중소기업을 지원하기 위한 실무적인 관점에서 분류한 것이며 선행연구에서 확인한 바와 같이, 기업의 성장단계에 대한 분류는 재무적인 관점에서 분류하기도 한다. 기업의 성장단계에 따른 조절효과 관련 가설을 다음과 같이 설정한다.

H10. 생산·운영 요인은 수용의도를 통해 경영성과에 미치는 영향 관계에서 성장단계는 조절작용을 할 것이다.

H10_1. 생산·운영 요인은 도입의도를 통해 비재무성과에 미치는 영향 관계에서 성장단계는 조절작용을 할 것이다.

H10_2. 생산·운영 요인은 지속의도를 통해 비재무성과에 미치는 영향 관계에서 성장단계는 조절작용을 할 것이다.

H11. 경영 생산성 요인은 수용의도를 통해 경영성과에 미치는 영향 관계에서 성장단계는 조절작용을 할 것이다.

H11_1. 경영 생산성 요인은 도입의도를 통해 비재무성과에 미치는 영향

관계에서 성장단계는 조절작용을 할 것이다.

H11_2.경영 생산성 요인은 지속의도를 통해 비재무성과에 미치는 영향 관계에서 성장단계는 조절작용을 할 것이다.

H12. 의사결정 요인은 수용의도를 통해 경영성과에 미치는 영향 관계에서 성장단계는 조절작용을 할 것이다.

H12_1.의사결정 요인은 도입의도를 통해 비재무성과에 미치는 영향 관계에서 성장단계는 조절작용을 할 것이다.

H12_2.의사결정 요인은 지속의도를 통해 비재무성과에 미치는 영향 관계에서 성장단계는 조절작용을 할 것이다.

H13. 환경요인은 수용의도를 통해 경영성과에 미치는 영향 관계에서 성장단계는 조절작용을 할 것이다.

H13_1.환경요인은 도입의도를 통해 비재무성과에 미치는 영향 관계에서 성장단계는 조절작용을 할 것이다.

H13_2.환경요인은 지속의도를 통해 비재무성과에 미치는 영향 관계에서 성장단계는 조절작용을 할 것이다.

제 3 절 연구 설계

1) 모집단 정의와 표본 선정

스마트 팩토리 구축과 수용의도 및 성과 등에 관한 다양한 연구가 이루어져 왔다. 이들 연구 중에서 연구 대상이 중소기업(김재성, 2017; 서창성, 2016; 나형배, 2018)인 경우가 다수 있고, 중소·중견기업(배병축, 2017)을 대상으로 한 연구, 2015년도 스마트 팩토리 사업이 진행된 기업 중 상장기업을 대상으로 한 연구(서의현, 2019), 중소기업부터 대기업까지 모든 기업을 모집단으로 한 연구(길형철, 2019; 오주환, 2019; 권세인, 2019) 등 다양하다. 구축방법에 관한 연구는 센서를 통한 공정설계, 특정 업종에 대한 구축방법(소병업 2018; 서창성, 2016), IoT 관련 연구, 가상의 공정을 설정하고 센서와 컨베이어 벨트를 활용한 연구 등 있다. 그 외 외국과 국내 대기업의 구축 사례 연구 등이 있다(서창성, 2016). 연구 대상은 특정 모임의 회원기업, 특정 지역에 국한된 기업, 자동차 산업 등 특정 업종에 국한된 기업과 관련한 연구가 다수 있다.

본 연구는 우리나라 전국에 영업조직을 갖추고 있는 금융공기업과 거래하는 중소제조기업을 모집단으로 설정하였다. 모집단은 표본오차를 줄이고, 업력 또는 기업 규모별 특성을 골고루 반영하기 위해 창업 이후 7년 이내인 창업기업과 7년을 초과한 비창업기업으로 구분하여 층화표본추출방법을 사용하였다. 또한 표본으로 선택된 기업이 특정 지역 또는 특정 업종의 기업이 편중되는 문제를 해결하기 위해 전국을 16개의 특별시, 광역시 등과 도를 구분한 자료와 제조업을 24개의 소분류한 업종 자료를 고려하여 표본을 추출하였다. 모집단은 우리나라 전체 중소제조업체는 아니지만 어느 한 지역에만 국한된 것이 아닌 전국에 분포하는 기업을 대표한다고 할 수 있다. 2019년 06월말 현재 금융공기업과 거래하고 있는 기업체 수는 207,126개에 달하고, 2018년 12월말 기준 거래기업 수는 205,075개이다.

[표3-1]에서 알 수 있는 바와 같이, 2017년말 기준 전체기업 중 중소기업은 92.86%이고, 제조업을 영위하는 기업 중 중소기업 비율은 31.2%에 해당한다. 2017년 12월말 기준 보증 지원 기업체 수는 203,801개로 우리나라 중

소기업의 약 5.5%에 해당한다. 전체 중소기업체 수 대비 보증기업의 수가 차지하는 비율이 낮은 이유는 신용보증을 지원하는 대상에 요식업, 소매업 등 소상공인이 제외되었기 때문이다.

[표3-1] 연도별 우리나라 전체 중소기업 현황

(단위 : 개)

구 분	전체업종		제조업	
	전체기업	중소기업	전체기업	중소기업
2017.12월	4,019,872	3,732,997	433,684	135,365
2016.12월	3,950,169	3,672,327	430,948	129,320
2015.12월	3,874,146	3,600,882	429,531	134,792

출처 : KOSIS 국가통계포털

그러나 2017년 기준 보증잔액이 있는 제조 기업은 61,511개로 우리나라 전체 중소제조업체 수 135,365개의 45.4%로 거의 절반에 육박한다. 만약 전체 중소기업을 대상으로 연구를 진행할 경우 95% 신뢰수준, 표본오차 5%로 할 경우 적정 표본 수는 384개가 적정표본수다. 그러나 연구대상인 61,511개 모집단에서 95% 신뢰수준에 표본오차 5%로 할 경우 적정 표본 수는 382개에 해당한다. 따라서 연구대상 모집단은 우리나라 전체 중소제조업체를 대표한다고 할 수 없으나 지역별로 구분하여 표집을 하고, 신뢰수준 95%에 표본오차를 동일 수준으로 할 경우 비슷한 표본 수로 모집단을 대표할 수 있다. 즉, 본 연구 결과를 우리나라 전체 중소제조기업에 적용해도 유사한 결과를 얻을 수 있다고 추정할 수 있다.

[표3-2]는 신용보증기금 거래기업 현황으로, 최근 연도 말 기준 보증거래 기업은 약 20만개를 초과하고 제조업은 약 6만1천개 정도가 보증거래를 유지하는 것으로 나타난다. 조사대상 모집단은 2018년 말 기준 신용보증잔액이 있는 제조 기업들로 구성하였다. 그러나 이들 기업 중 업력 3년 이하 신생 창업기업은 사업 시작단계고 재무실적이 저조하며 인적자원이나 자금여력이 미흡하여 스마트 팩토리 및 빅데이터 시스템 구축이 어려운 점을 감안하여 비창업기업과 비슷한 조건을 유지하기 위해 모집단에서 제외하였다.

[표3-2] 신용보증기금 거래기업 현황

(단위 : 개)

구 분	전체업종		제조업	
	보증잔액업체	보증취급업체	보증잔액업체	보증취급업체
2019.06월	207,126	15,442	61,132	3,961
2018.12월	205,075	27,492	61,679	7,993
2017.12월	203,801	31,083	61,511	12,329
2016.12월	199,549	25,625	56,595	9,787
2015.12월	202,780	20,965	54,608	7,666

출처 : 신용보증기금

모집단은 창업 후 7년 이내 기업인 창업기업과 7년 초과한 비창업기업으로 분류하여 기업의 업력이나 규모가 표본에 편중되지 않게 하였다. 또한 지역별 산업 특성을 감안하여 전국 16개의 시도로 구분하여 표본 추출에 반영하였다. [표3-3]은 창업여부 및 지역별 모집단 현황을 나타낸 것이다.

[표3-3] 지역 및 창업여부에 따른 모집단 현황

(단위 : 개, %)

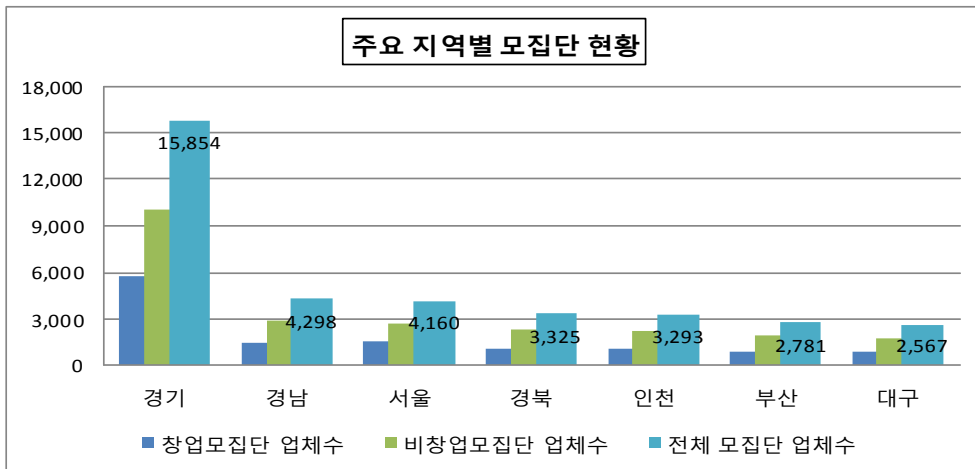
지역	창업모집단		비창업모집단		전체 모집단	
	업체수	비율	업체수	비율	업체수	비율
강원	246	1.5	413	1.4	659	1.5
경기	5,755	36.2	10,099	34.3	15,854	35.0
경남	1,461	9.2	2,837	9.6	4,298	9.5
경북	1,061	6.7	2,264	7.7	3,325	7.3
광주	287	1.8	447	1.5	734	1.6
대구	828	5.2	1,739	5.9	2,567	5.7
대전	308	1.9	517	1.8	825	1.8
부산	884	5.6	1,897	6.4	2,781	6.1
서울	1,490	9.4	2,670	9.1	4,160	9.2
울산	253	1.6	479	1.6	732	1.6
인천	1,099	6.9	2,194	7.4	3,293	7.3
전남	382	2.4	695	2.4	1,077	2.4

전북	486	3.1	741	2.5	1,227	2.7
제주	55	0.3	131	0.4	186	0.4
충남 ^{주)}	750	4.7	1,294	4.4	2,044	4.5
충북	534	3.4	1,041	3.5	1,575	3.5
총합계	15,879	100.0	29,458	100.0	45,337	100.0

주) 세종특별자치시는 충남에 포함되어 있음

2018년 12월말 기준 신용보증 잔액이 있는 제조업 영위 기업은 61,679개 이지만 이중 2016년부터 2018년 사이에 창업한 창업 3년 이내 중소기업 16,342개 기업을 제외한 전체 모집단 수는 45,337개이다. 전체 기업 중 설립 7년 이내 창업기업은 15,879개 기업으로 35%를 차지하고, 설립 7년 초과 비창업기업은 29,458개 기업으로 65%를 차지한다.

[그림3-3]은 주요 지역별 창업, 비창업 그리고 전체 모집단에서 기업 수를 나타낸 것이다. 지역별 현황은 경기도가 34.3%로 기업 분포가 가장 많고, 서울 9.1%, 경남 9.6%, 경북 7.7% 그리고 인천이 7.4% 순으로 많이 분포하고 있다. 경기도는 수도권 지역과 가까운 지리적 이점과 많은 공단이 위치해 있어 제조업체가 많이 분포해 있으며, 경남, 경북, 인천, 부산, 대구 등도 공단 등 제조 시설이 다수 위치해 있어 제조업체가 많은 것으로 확인된다.



[그림3-3] 지역별 모집단 현황

모집단은 제조업을 영위하는 기업을 대상으로 하였으나 제조업을 중분류로 세분화하여 업종 구성을 알아본다. 중분류 업종별 현황은 [표3-4]에서 자세히 확인할 수 있다.

[표3-4] 업종 및 창업여부에 따른 모집단 현황

(단위 : 개, %)

업종	창업모집단		비창업모집단		전체 모집단	
	업체수	비율	업체수	비율	업체수	비율
C10	1,428	9.0	1,913	6.5	3,341	7.4
C11	54	0.3	66	0.2	120	0.3
C13	718	4.5	1,704	5.8	2,422	5.3
C14	679	4.3	941	3.2	1,620	3.6
C15	228	1.4	345	1.2	573	1.3
C16	264	1.7	526	1.8	790	1.7
C17	318	2.0	674	2.3	992	2.2
C18	369	2.3	1,113	3.8	1,482	3.3
C19	16	0.1	57	0.2	73	0.2
C20	698	4.4	1,240	4.2	1,938	4.3
C21	58	0.4	104	0.4	162	0.4
C22	983	6.2	2,063	7.0	3,046	6.7
C23	328	2.1	863	2.9	1,191	2.6
C24	433	2.7	995	3.4	1,428	3.1
C25	2,233	14.1	4,409	15.0	6,642	14.7
C26	943	5.9	1,590	5.4	2,533	5.6
C27	468	2.9	670	2.3	1,138	2.5
C28	836	5.3	1,571	5.3	2,407	5.3
C29	2,580	16.2	4,830	16.4	7,410	16.3
C30	846	5.3	1,762	6.0	2,608	5.8
C31	452	2.8	612	2.1	1,064	2.3
C32	420	2.6	580	2.0	1,000	2.2
C33	481	3.0	781	2.7	1,262	2.8
C34	46	0.3	49	0.2	95	0.2
총합계	15,879	100	29,458	100	45,337	100

가장 많은 비중을 차지하는 업종은 C29(기타 기계 및 장비 제조업)로 전체 모집단의 16.3%를 차지하였다. 다음은 C25(금속가공제품 제조업)로 14.7%를 차지하였다. C10(식료품 제조업)이 7.4%, C22(고무 및 플라스틱제품 제조업)가 6.7%, C30(자동차 제조업)이 5.8% 그리고 C26(전자부품 등 제조업)이 5.6% 순으로 많았다. C19는 코크스, 연탄 및 석유정제제품 제조업으로 연탄 제조업은 사향 산업으로 영위 기업이 감소하고 있으며 모집단 비중이 0.2%로 매우 낮은 편이다. C34는 산업용 기계 및 장비 수리업으로 중소기업이 운영하기에는 많은 생산 설비와 인력 및 자금을 필요 하여 모집단 비중이 0.2%로 C19와 함께 가장 낮다. C12는 담배 제조업으로 대상에서 제외하였다.

오주환(2019)은 기업이 스마트 팩토리를 구축하는 이유를 불량률 감소, 원가절감, 생산성 향상, 생산 시간 단축, 설비 가동률 개선, 매출액 향상 등에 목적이 있기 때문이라고 했다. 스마트 팩토리 도입은 전 제조업종에 대해 적용은 가능하지만 업종별 차이가 존재한다. 자동차 및 자동차 부품 제조업, 반도체 및 전자 제조업, 금속가공 제조업, 식료품 제조업, 에너지 및 화학 제조업 등은 스마트 팩토리 도입이 비교적 높은 업종에 해당한다(조혜지, 김용균, 2018). 자동차 관련업은 무거운 차체나 용접 등을 위해 로봇을 이용한 자동화가 이루어졌고, 자동화를 기반으로 IoT, Sensor, RFID 등을 통한 연결화 그리고 제조 공정에서 발생하는 각종 자료를 분석하여 실시간 품질관리 및 자재관리 등이 이루어지고 있다.

금속가공 제조업 역시 자동차 산업과 연계로 인해 프레스 가공, 용접, 재료 및 제품의 이동과 공급 등 생산 공정의 많은 부분이 자동화 및 연결과 그리고 데이터 분석을 통한 품질관리, SCM 등이 도입되었다. 식품제조는 가공품의 위생처리, 진공포장, 신선도 유지 등을 이유로 생산과정이 자동화되고 관련 데이터의 관리 및 분석을 통한 SCM으로 스마트 팩토리 도입이 빠르게 진행되고 있다. 일본의 경우 전기기계, 생산 및 산업용기계(반도체 제조장비 등), 수송기계(자동차 등) 부문의 스마트 팩토리 참여 비중이 10~40%로 여타 제조업 및 서비스 업종을 상회한다(한국은행 국제경제부, 2019). 2016년 중소기업중앙회 자료에 따르면, 스마트 팩토리 보급률이 가장 높은 업종은 자

동차이고 다음이 전자부품, 기계장비, 화학제품, 섬유제품, 금속가공 순으로 나타났다.

2) 표본 선정 및 자료 수집

표본은 모집단을 창업기업과 비창업기업으로 나누어 모집단 수에 비례하여 표본을 추출하였고, 지역과 업종도 어느 정도 비례하게 추출하였다. 창업 여부 및 지역별 표본에 대한 세부 내용은 [표3-5]에서 보는 바와 같다.

[표3-5] 지역 및 창업여부에 따른 표본 현황

(단위 : 개, %)

지역	창업표본		비창업표본		전체표본	
	업체수	비율	업체수	비율	업체수	비율
강원	2	1.3	4	1.4	6	1.3
경기	55	35.5	101	34.2	156	34.7
경남	13	8.4	30	10.2	43	9.6
경북	11	7.1	23	7.8	34	7.6
광주	3	1.9	4	1.4	7	1.6
대구	7	4.5	17	5.8	24	5.3
대전	3	1.9	5	1.7	8	1.8
부산	9	5.8	19	6.4	28	6.2
서울	15	9.7	27	9.2	42	9.3
울산	4	2.6	5	1.7	9	2.0
인천	11	7.1	22	7.5	33	7.3
전남	4	2.6	7	2.4	11	2.5
전북	5	3.2	7	2.4	12	2.7
제주	1	0.6	1	0.3	2	0.4
충남	7	4.5	13	4.4	20	4.4
충북	5	3.2	10	3.4	15	3.3
총합계	155	100.0	292	100.0	450	100.0

표본 수는 전체 모집단의 약 1%에 해당하는 450개를 추출하였다. 표본 수는 전체 표본 수는 모집단 수 45,337개, 신뢰수준 95%, 표본오차 4.6%인 경우

에 해당하는 표본 수이며 정규분포를 가정하였다. 신뢰수준과 표본오차는 설문 문항의 응답률에 대한 범위를 추정할 때 활용할 수 있다. 표본 산출과 관련한 세부 산식은 (식3-1)을 적용하여 계산하였다.

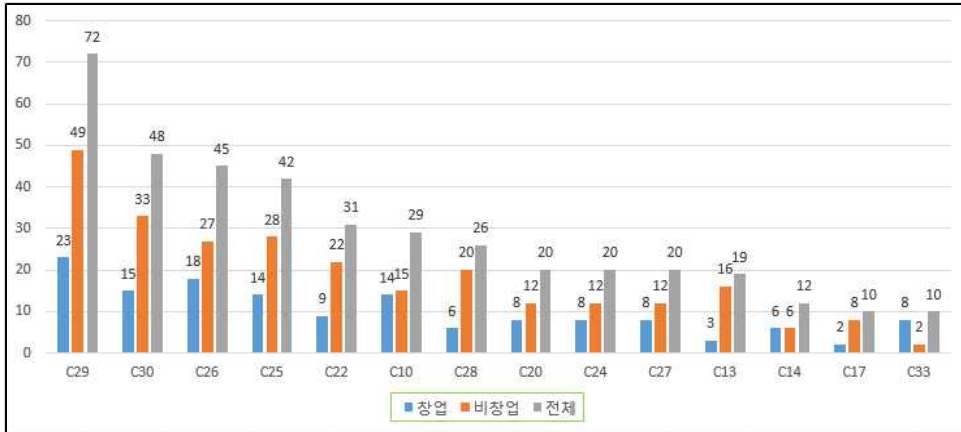
$$n = \frac{z^2 \times p(1-p) / \epsilon^2}{1 + (z^2 \times p(1-p) / \epsilon^2 N)} \quad (\text{식3-1})$$

여기서, n 은 표본 수, z 는 정규분포값을 나타내고, ϵ 은 허용오차를 나타내며 N 은 모집단 수를 나타낸다.

세부적인 표본 수는 창업기업의 표본 수가 155개(34.4%), 비창업기업의 표본 수가 295개(65.6%)로 구성되어 있다. 표본 수는 업력뿐만 아니라 지역별 모집단 수에도 비례하여 추출하였기 때문에 경기, 경남, 서울, 경북, 인천 등 모집단 수가 많은 지역의 표본도 비율이 높다. 경기지역은 서울과 근접해 있고 시화공단, 반월공단, 화성공단 등 다수의 공단이 밀집해 있어 제조업체가 많고 모집단 및 표본 개수도 많다. 서울은 공장을 신축하기에 많은 제약조건이 있어 본사를 서울에 두고 공장을 다른 지역에 두거나 OEM방식으로 생산하는 제조업이 다수 분포되어 있다. 서울, 경기도 이외 지역 중 제조업 비중이 높은 지역은 포항, 창원, 김해 등 제조업이 많은 경남지역이다. 경남지역은 대기업 제조 공장이 다수 위치해 있고 이들 대기업과 거래하는 중소 제조기업들이 많이 분포하고 있다. 그리고 경북지역도 구미공단, 경산공단 등 제조업이 발달한 지역이 있어 비율이 높고, 인천지역도 남동공단 등 공장지역이 있어 제조업 비율이 높은 편이다.

업종 또한 모집단 개수에 비례하여 표본을 할당하여 모집단에 속한 개수가 많은 업종이 대체로 표본 수도 많은 편이다. [그림3-4]는 표본 수 10개 이상인 14개 업종에 대한 창업표본, 비창업표본 그리고 전체 표본 수를 나타낸 그림이다. 업종별 표본 현황은, 기계·장비 제조업인 C29가 72개(16.0%)로 가장 많다. 그 다음으로 자동차 및 트레일러 제조업인 C30이 48개(10.7%)로 많고, 전자부품, 컴퓨터, 영상, 통신장비 제조업인 C26이 45개(10.0%)로 많다. 금속 가공제품 제조업인 C25가 42개(9.3%)이고, 플라스틱제품 제조업인

C22가 31개(6.9%)이며, 식품제조업 C10이 29개(6.4%) 등의 순으로 많다.



[그림3-4] 주요 업종별 표본 현황

3) 변수의 조작적 정의 및 설문지 구성

논문의 연구 모형에 포함된 변수에 대한 조작적 정의와 측정항목 및 선행 연구에 대하여 전략적 가치 인식, 환경요인, 스마트 팩토리 수용의도 그리고 경영성과 요인으로 나누어 살펴본다. 본 연구에서 사용된 설문 문항은 척도의 타당성 확보를 위해 선행 연구를 기반으로 도출하여 연구에 부합되게 수정하였다. 설문 문항은 5점 리커트 척도(1점 : 전혀 아님, 2점 : 아님, 3점 : 보통, 4점 : 그러함, 5점 : 매우 그러함)로 구성되어 있다. 이들 변수에 대한 조작적 정의와 측정 방법은 다음과 같다.

가) 전략적 가치 인식

전략적 가치 인식은 생산·운영 요인, 경영 생산성 요인, 의사결정 요인으로 구성되어 있다. 생산·운영 요인은 공장자동화(Automation Technology)와 빅데이터 분석(Big Data Analysis) 2가지 변수로 구성되어 있다. 공장자동화는 IoT 및 CPS를 통한 공장자동화 및 연결화 그리고 센스 등 ICT를 이용한 자동화 설비 연동형 실시간 최적 생산을 위한 자동화 등을 측정한다. 빅데이터

분석은 스마트 팩토리 운영에서 발생하는 각종 제조 데이터를 분석하는 기법과 관련한 내용을 측정한다. [표3-6]은 이들 변수에 대한 조작적 정의 및 측정 방법을 요약 정리하여 나타낸 것이다.

[표3-6] 생산·운영 요인 변수의 조작적 정의

잠재변수	조작적 정의	관련 문헌
공장자동화 (Automation Technology)	•제어 자동화 설비, 부품공급, 조립, 시험 포장 등 공정의 자동화가 되는 정도 •IoT, 사이버물리시스템(CPS), 센스 등 ICT와 생산설비의 연동으로 최적 생산이 가능한 정도	이도형(2019) 배병축(2017)
빅데이터 분석 (Big Data Analysis)	•공장운영과 관련하여 발생하는 각종 데이터를 관리하고 분석하는 능력 및 지식 보유 정도 •빅데이터 분석을 사용하여 생산에 필요한 정보를 이용하여 활용하는 정도	김재성(2017) 서창성(2016)

경영 생산성 요인은 신사업을 통한 생산성과 프로세스 개선을 통한 생산성 향상을 변수로 선택하였다. 신사업 생산성(New business Productivity)은 스마트 팩토리 구축 및 제조 빅데이터를 통해 신상품과 새로운 사업모델을 개발하고, 신규 시장 개척 등을 통해 만들어지는 생산성 향상을 측정한다. 프로세스 개선(Process Improvement)은 스마트 팩토리 구축으로 예방정비, 기계설비 등 수명연장, 의사결정 프로세스 개선을 통해 만들어지는 생산성 향상을 측정한다. [표3-7]은 변수에 대한 조작적 정의 및 측정 방법을 요약 정리한 것이다.

[표3-7] 경영 생산성 요인 변수의 조작적 정의

변수	조작적 정의	관련 문헌
신사업 생산성 (New business Productivity)	•스마트 팩토리, 빅데이터 분석을 통한 신사업 개발, 마케팅 전략 수립, 품질향상 등 경쟁력 제고, 신사업 가능성 정도	오주환(2019) 배병축(2017)
프로세스 개선 (Process Improvement)	•프로세스 개선을 통한 생산성 향상 정도를 측정 •빅데이터 분석을 통한 최적 생산프로세스 선택, 기계설비의 예방정비, 의사결정 프로세스 개선 등 나타내는 정도	가화광(2014) 이재성(2014)

의사결정 요인은 중소기업의 경영자가 스마트 팩토리 구축과 관련한 의사

결정을 위해 필요한 정보와 전문지식 그리고 조언을 구할 수 있는 외부 전문가인 컨설턴트의 컨설팅과 관련한 컨설턴트역량과 컨설팅만족 2가지 변수로 구성하였다. 컨설턴트역량 스마트 팩토리 시스템 구축과 관련한 컨설턴트의 전문지식, 실무경험 등 관련 지식과 컨설팅 운영과 관련한 능력, 태도 등과 관련한 항목으로 측정된다. 컨설팅만족은 스마트 팩토리 구축 또는 고도화와 관련한 컨설팅에서 고객인 중소기업 경영자가 느끼는 컨설팅에 대한 만족하는 정도를 측정한다. [표3-8]은 이들 변수에 대한 조작적 정의 및 측정 방법을 요약 정리하여 나타낸 것이다.

[표3-8] 의사결정 요인 변수의 조작적 정의

변수	조작적 정의	관련 문헌
컨설턴트역량 (Consultant Competency)	•스마트 팩토리 구축과 관련한 전문적인 지식 보유 및 경험적 노하우의 정도	김상문(2018) 박호란(2015) 심상완(2017)
컨설팅만족 (Consulting Satisfaction)	•스마트 팩토리 구축 및 고도화를 위한 컨설팅에서 고객이 컨설팅 내용 및 결과에 만족한 정도	

나) 환경요인

환경요인은 대표역량, 외부지원 그리고 기업 내부 조직역량으로 구성되어 있다. 박제선(2019)은 스마트 팩토리 구축의지와 실행에 관한 관계분석에서 스마트 팩토리 구축의지를 경영진 의지, 실무자 의지, 정부 의지로 선택하였다. 경영진 의지는 회사 대표의 스마트 팩토리 도입에 대한 의지나 의도, 스마트 팩토리 도입으로 인한 회사의 비전 제시 그리고 스마트 팩토리 도입 및 운영과 관련한 참여 정도 등을 나타낸다. 본 연구에서 대표역량은 기업의 대표자가 스마트 팩토리 도입 및 운영에 대한 지식과 빅데이터 분석과 관련한 지식을 갖고 이해하는 수준, 새로운 지식이나 최근의 산업 및 업계 동향을 파악하고 있는 정도, 경쟁업체의 현황 및 관련 정보수집 노력 등과 관련된 역량을 측정한다. 또한 스마트 팩토리과 관련한 기업의 경영자원을 적재적소에 배치하고, 직원들에게 스마트 팩토리 및 빅데이터 분석과 관련한 적합한 업무를 부여하고 감독하는 등 관리자적인 역량 등을 측정한다.

조춘연(2019)은 정부 지원이 기업의 혁신 활동에 미치는 영향에 관해 연구하면서 정부가 지원하는 내용은 조세감면, 투·융자, 신용보증, 기술 및 시장 정보 제공, 인력지원, 교육지원, 기술 제품 사업화, 시장화, 마케팅 지원, 인력 채용 등으로 다양한 형식을 언급하였다. 정부는 국민경제의 기초가 되고 고용 창출 효과가 큰 중소기업에 대한 지원을 계속 강화하고 있고, 선행연구 에서 확인한 것처럼 스마트 팩토리 도입 및 고도화에도 다양한 지원을 하고 있다.

본 연구에서 외부지원은 스마트 팩토리 구축과 관련한 정부의 재정적 지원 또는 컨설팅과 같은 비재정적 지원을 말한다. 재정적 지원은 투·융자, 신용보증, 인력지원, 교육지원, 마케팅 지원 등 정부가 정책적 목적으로 지원하는 금전적인 지원과 컨설팅 지원, 임직원의 교육 등 비금전적 지원을 측정한다. 또한 정부 기관 등 외부지원에 대하여 수용할 의사가 있는지 정도 등을 측정한다. 기업 내부 조직역량은 회사 내부 직원들이 새로운 지식을 이해하고 수용하는 정도, 외부지식의 이해능력과 외부에서 획득한 지식을 재해석 및 응용하여 회사에 필요한 지식으로 재창출하여 활용하는 정도로 정의하였다. [표 3-9]는 환경요인에 대한 3가지 잠재변수와 관련한 조작적 정의 및 측정 방법을 요약 정리하여 나타낸 것이다.

[표3-9] 환경요인 관련 변수의 조작적 정의

변수	조작적 정의	관련 문헌
대표역량 (President Competency)	•고객의 니즈를 파악하고 시장 동향을 파악하여 새로운 사업성을 이해하여 준비하는 정도 •조직 구성원의 능력을 파악하여 적합한 업무를 할당하고, 회사의 재무 현황을 이해하고 자금흐름을 파악하는 정도	박제선(2019) 이유리(2019) 정주호(2010)
외부지원 (Outside Supporting)	•스마트 팩토리 구축과 관련하여 정부의 금전적 지원, 설비 및 시스템을 지원 받는 정도 •스마트 팩토리 구축과 관련하여 정부의 컨설팅 지원, 교육 등 비금융 지원을 받는 정도	조춘연(2019) 서윤교(2019) 가화광(2014)
조직역량 (Firm Competency)	•스마트 팩토리 및 빅데이터 분석과 관련한 외부 지식을 이해하는 능력의 정도 •외부에서 획득한 지식을 학습하고 가공 및 재해석하여 새로운 지식을 창출하는 정도	김가웅(2017) 이규현(2017)

다) 스마트 팩토리 수용도

스마트 팩토리 수용의도는 기업에서 스마트 팩토리를 구축함에 따라 발생할 것으로 예상하는 기대성과를 통해 스마트 팩토리를 도입하려는 의지와 도입 이후 단계 향상 및 고도화와 관련한 다양한 활동을 의미한다. 선행연구에 따르면, 스마트 팩토리 도입은 많은 자금과 전문 인력이 필요하지만 기업 입장에서 스마트 팩토리를 구축하였다고 해서 구체적인 성과가 바로 발생한다고 확신할 수 없고, 스마트 팩토리 구축을 위해 차입한 자금에 대한 상환 및 부가적인 금융비용도 부담이 되며, 스마트 팩토리 운영을 위한 추가적인 비용과 전문 인력 채용으로 인한 고정비 부담에 대한 압박을 받게 된다. 이러한 점들은 많은 중소기업이 스마트 팩토리 도입을 주저하게 하는 원인으로 작용하기도 한다. 따라서 이러한 내용을 반영하여 스마트 팩토리 구축과 관련한 투자 계획, 인력확보 계획, 공장 연결 네트워크 구축 등과 관련한 항목으로 스마트 팩토리 도입의도를 측정한다. 도입의도는 스마트 팩토리를 구축하기 전 중소기업 경영자의 의지나 의도를 나타낸다.

한편, 스마트 팩토리를 구축한 기업은 처음 구축한 상태를 업그레이드하거나 구축단계를 고도화하는 작업을 진행하기도 한다. 스마트 팩토리를 구축한 상태 또는 고도화 정도에 따라 스마트 팩토리 성숙단계를 구분한다. 민간합동 스마트 팩토리 추진단은 스마트 팩토리 추진단계를 ICT 미적용단계, 기초단계, 중간1단계, 중간2단계, 고도화단계 등 5단계로 구분하였다. 그 외 연구자나 기관 단체 등에서는 스마트 팩토리 성숙단계를 다양하게 정의하기도 한다. 스마트 팩토리를 계속 사용하려는 의도는 낮은 수준의 스마트 팩토리를 구축한 기업이 구축 이후 현 수준에서 생산, 유통, 판매 등 모든 제조 과정에서 다음 단계로 단계향상, 업그레이드 및 고도화하려는 의지로 정의한다. 지속적인 사용 의도는 기존 스마트 팩토리 수준에서 단계향상을 위해 새로운 설비 도입을 위한 금전적 투자, 그리고 직원에 대한 교육과 전문 인력의 채용 등을 측정한다. 지속의도는 스마트 팩토리를 구축한 이후 경영자의 의지나 의도를 나타낸다. [표3-10]은 스마트 팩토리 수용도와 관련한 변수의 조작적 정의와 관련한 세부적인 내용을 나타낸 것이다.

[표3-10] 수용의도 요인 관련 변수의 조작적 정의

변수	조작적 정의	관련 문헌
도입의도 (Acceptance Will)	•스마트 팩토리 도입으로 생산성 및 경쟁력 등이 증가할 것이라고 기대하는 정도 •스마트 팩토리 도입으로 직원들의 업무 참여도 또는 만족도가 증가할 것이라고 기대하는 정도	오주환(2019) 길형철(2019) 김기웅(2017) 배병축(2017)
지속의도 (Continuous use Will)	•SF 도입에 대해 만족하고 계속 사용할 의지의 정도 •SF를 고도화하여 지속적으로 사용하려는 의지의 정도 •스마트 팩토리가 회사의 경쟁력과 가치를 향상해 계속해서 사용하려는 의지의 정도	

라) 경영성과

나형배(2018)에 따르면, “스마트 팩토리 구축은 대규모 투자에 따른 리스크가 있지만, 기업의 경쟁력 확보라는 측면과 생산의 유연성 향상이라는 성과도 기대할 수 있다.”라고 했다. 경쟁력 확보는 제품생산에서 불량률 감소, 제품의 신뢰성 확보, 작업환경 개선 등과 관련한 품질 향상, 불용재고 감소, 제조원가 감소, 생산설비 운용 효율, 설비 가동률 향상, 에너지 및 인건비 절감 등 생산 원가, 납기단축, 수요기반 제품 생산, 생산설비 장애 등과 관련한 납기 그리고 고객 맞춤형 대량생산, 고객만족도 향상 등의 성과를 기대할 수 있다. 비재무성과는 스마트 팩토리 구축에 따른 작업시간 단축, 센서 부착으로 자재관리 및 재고관리의 용이성, 품질관리의 편리성, 생산 수량 및 작업 시간의 정확한 예측 등 업무 방법 개선과 관련한 항목으로 정의하였다. [표3-11]은 비재무적 성과와 관련한 세부내용을 나타낸 것이다.

[표3-11] 경영성과 요인 관련 변수의 조작적 정의

변수	조작적 정의	관련 문헌
비재무적 성과 (Non-financial Performance)	•스마트 팩토리 구축에 따른 작업시간 단축, 자재 및 재고 관리 용이, 품질관리, 생산 및 작업 시간의 정확한 예측 등과 관련한 비재무적 성과 정도	나형배(2018) 이형석(2017) 배병축(2017)

마) 설문지 구성

설문지는 스마트 팩토리 라는 새로운 기술 또는 시스템 도입과 관련한 전략적 가치와 스마트 팩토리 구축과 관련한 내·외적인 환경요인이 스마트 팩토리 수용도 및 경영성과에 미치는 영향요인을 파악하기 위한 것이다. 스마트 팩토리 도입과 관련한 전략적 가치 인식에는 생산·운영, 경영 생산성, 의사결정 요인으로 구성되어 있다. 환경요인에는 대표역량, 외부지원, 조직역량 변수로 구성되어 있다. 스마트 팩토리 수용의도 요인에는 도입의도와 지속의도로 구성되어 있고, 경영성과 요인은 비재무성으로 설문 문항을 구성하였다. 설문 문항은 5점 리커트 척도(Likert Scale)를 사용하여 측정하였다. 설문지는 6개의 요인과 15개의 잠재변수로 구성되어 있다. 각각의 잠재변수는 4개에서 6개의 관측변수를 가지고 있다. [표3-12]는 설문 문항과 변수 및 코드 현황을 세부적으로 나타낸 것이다.

[표3-12] 설문 문항의 변수 및 코드 현황

요인		변수	코드명	비고
전략적 가치 인식 (31개)	생산운영(11)	공장자동화(6)	at1, at2, at3, at4, at5, at6	설명변수
		BD분석(5)	bd1, bd2, bd3, bd4, bd5	
	경영 생산성(10)	신사업 생산성(4)	nb1, nb2, nb3, nb4	
		프로세스 개선(6)	pi1, pi2, pi3, pi4, pi5, pi6	
	의사결정(10)	컨설턴트역량(5)	cc1, cc2, cc3, cc4, cc5	
		컨설팅만족(5)	cs1, cs2, cs3, cs4, cs5	
환경요인(14)		대표역량(5)	pc1, pc2, pc3, pc4, pc5	
		외부지원(5)	os1, os2, os3, os4, os5	
		조직역량(4)	fc1, fc2, fc3, fc4	
수용의도(10)		도입의도(5)	sw1, sw2, sw3, sw4, sw5	매개변수
		지속의도(5)	cw1, cw2, cw3, cw4, cw5	
경영성과(4)		비재무성과(4)	jm1, jm2, jm3, jm4	반응변수

생산·운영 요인의 스마트 공장자동화는 6개의 관측변수로 구성되어 있고, 빅데이터 분석은 5개의 관측변수로 구성되어 있다. 경영 생산성 요인의 신사

업 생산성은 4개의 관측변수로 구성되어 있고, 프로세스 개선은 6개의 관측변수로 구성되어 있다. 의사결정 요인의 컨설턴트역량과 컨설팅만족이 각각 5개의 관측변수로 구성되어 있다. 환경요인의 대표역량과 외부지원은 각각 5개의 관측변수로 구성되어 있고, 조직 내부 역량은 4개의 관측변수로 구성되어 있다. 스마트 팩토리 수용의도 요인은 도입의도가 5개 관측변수로 구성되어 있고, 지속의도는 5개의 관측변수로 구성되어 있다. 마지막으로 경영성과 요인의 비재무성과는 4개의 관측변수로 구성되어 있다. 전체 관측변수는 설문 문항 59개로 이루어져 있다. 59개 설문 문항 중 설명변수는 45개고, 매개 및 반응변수는 14개로 구성되어 있다.

4) 자료 분석 방법

본 연구에서 수집된 자료를 분석하기 위해 사용한 툴은 SPSS, AMOS 그리고 SAS 등이다. 자료 분석은 설문자료의 빈도분석, 탐색적 요인분석, 상관분석, 신뢰도 분석, 확인적 요인분석 그리고 구조방정식 분석을 실시하였다. 그리고 창업·비창업기업의 차이, 성장단계별 차이, 스마트 팩토리 구축단계별 차이를 T 검정, ANOVA 검정으로 실시하였다. 빈도분석은 설문 대상 기업의 규모, 업종, 매출 규모, 종업원 수, 스마트 팩토리 구축단계, 성장단계, 기업의 지역분포 그리고 기업 유형 등 대상으로 실시하였으며 설문 대상기업의 주요 특성을 알아보기 위해 실시하였다. 설문 문항의 타당성은 탐색적 요인분석(Exploratory Factor Analysis)을 통해 실시하였다. 관측변수의 상관관계가 다른 변수들에 의해 잘 설명되는지 여부를 확인하는 KMO(Kaiser-Meyer-Olkin) 지수와 요인적재행렬이 단위행렬인지에 대하여 Bartlett 구형성 검정을 실시하였다. Bartlett 검정은 셋 이상의 집단들이 동일한 분산을 갖는지를 확인하는 검정으로 귀무가설은 모든 집단의 분산이 동일하다는 것이다. Bartlett검정에서 귀무가설이 기각되면 집단의 분산이 동일하지 않다는 것을 의미하고 요인적재행렬이 단위행렬이 아님을 뜻한다.

척도의 기술통계와 신뢰도 조사를 하여 관측변수의 분포와 통계적 특성을 파악하였고, 척도의 신뢰도는 문항의 내적 일치도를 측정하는 Cronbach의 α

지수를 이용하여 검정하였다. 동일방법편의(Common Method Bias) 검정은 주성분분석(Principle Component Analysis)을 이용하여 실시하였다. 동일방법 편의는 설문조사를 실시할 경우 응답자는 의식적 또는 무의식적으로 설명변수와 반응변수를 같은 방향으로 응답할 수 있는데 이럴 경우 실제 이론과 별개로 설명변수와 반응변수의 관계가 당연한 결과로 나오는 오류를 말한다. 동일방법편의로 인한 왜곡 현상을 검정하는 방법은 주성분분석을 실시하거나 편상관분석(Partial correlation)을 실시한다. 주성분분석은 제1 요인의 설명력이 총 설명력의 절반 이상을 차지하지 않으면 동일방법편의로 인한 왜곡 현상이 크지 않음을 의미한다(podsakoff 외, 2003) 그리고 편상관분석은 반응변수와 관련이 없고 동일한 대상에서 측정된 변수를 표시변수(marker variable)로 활용하여 편상관분석을 실시하여 표시변수를 통제하기 전과 통제한 후의 변수 간의 상관관계수 값의 차이가 크면 동일방법편의로 인한 왜곡 현상이 발생한 것으로 판단하는 방법이다(Lindell et al.).

T 검정과 ANOVA 검정을 통해 응답기업의 특성에 따른 집단 간의 차이가 있는지를 분석하였다. T 검정은 두 집단 즉 창업기업 집단과 비창업기업 집단 간의 차이가 있는지 여부를 확인하는 검정방법이고, ANOVA 검정은 3개 이상의 집단의 차이가 있는지 여부를 확인하는 검정방법으로 기업 성장단계인 창업단계, 성장단계, 성숙단계의 차이 그리고 스마트 팩토리 구축 관련 기초1단계, 기초2단계, 중간1단계, 중간2단계 그리고 고도화 단계의 평균 차이가 있는지 검정한다. 그리고 각 관측변수의 단일 차원성 검정을 위하여 확인적 요인분석(Confirmatory Factor Analysis)을 실시하였다. 확인적 요인분석은 외생변수, 내생변수, 측정모형에 대해 각기 모형 적합도(Goodness of fit)와 함께 판별 타당도(Discriminant Validity)와 집중 타당도(Convergent Validity)를 분석하였다. 또한 연구 모형에서 제시한 잠재변수들 간의 관계와 인과적 가설검정을 위해 구조방정식모형(Structural Equation Modeling, SEM)의 최대우도 추정법(Maximum Likelihood Estimation: MLE)을 사용하여 분석하였다.

연구단위와 연구 모형의 적합도를 판단하기 위해 구조 모형에서 제공하는 적합도지표 χ^2 (카이제곱 통계량), RMR (Root Mean Square Residual : 평

균제곱잔차의 제곱근), GFI (Goodness of Fit Index: 기초적합지수), AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index : 조정된 적합지수), CFI (Comparative Fit Index: 비교적합지수), NFI (Normed Fit Index : 표준적합지수), IFI (Incremental Fit Index : 증분적합지수), TLI (Tucker-Lewis Index : 지수 = NNFI (Non Normed Fit Index: 비표준적합지수)), RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation : 근사제곱근 평균제곱오차)를 적용하여 연구단위 및 연구 모형의 적합도를 평가하였다. 모형 적합도 검정 관련 χ^2 통계량은 자유도, 관측변수의 수, 추정모수의 수 등에 의해 영향을 받아 주어진 모형이 적합하다는 귀무가설이 기각되는 경우가 빈번하다. 따라서 모형 적합도 검정 관련 χ^2 통계량의 민감도를 보완하기 위해 ' χ^2/df ' 지수와 다른 적합도 지수를 종합적으로 고려하여 모형에 대한 평가를 실시하였다.

가설검정은 구조방정식모형(SEM) 분석방법을 사용하였는데, 구조방정식 모형분석은 다수의 회귀모형을 검정할 수 있다는 장점을 가지고 있어, 전략적 가치와 환경요인이 스마트 팩토리 수용의도 및 경영성과에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 다수의 기존 연구에서 활용하였던 구조방정식모형 분석방법이 효과적인 것으로 판단하였다. 그리고 설명변수가 경영성과에 미치는 영향관계에 스마트 팩토리 수용의도가 매개 작용을 하는지에 대한 검정은 AMOS에서 제공하는 붓스트랩 방법(bootstrap approach)을 이용하였다. 붓스트랩 방법은 표본으로부터 복원을 허용하여 다수의 표본 추출 과정을 거쳐 모수를 추정한다. 붓스트랩 방법은 모집단 분포에 대한 가정이 불확실할 때 주로 사용하며, 주어진 귀무가설로부터 검정통계량의 분포를 근사적으로 계산하여 가설검정을 하는 방법이다. 기업 3가지 성장단계가 주어진 가설에 대하여 조절작용을 하는지 검정하였다. 조절효과검정은 다중집단비교(Multi Group Structural Equation Model: MSEM) 분석을 통해 실시하였다. 조절효과 검정은 9개의 설명변수와 스마트 팩토리 수용의도 그리고 경영성과와의 영향관계에 기업 성장단계가 미치는 영향과 관련한 가설경로에 대하여 각각 실시하였다.

제 4 장 실증분석

제 1 절 표본기업 특성 분석

1) 기술통계 분석

설문조사는 신용보증기금을 이용하는 중소기업을 대상으로 2019년 5월부터 6월까지 2개월간 실시하였다. 응답 기업 중 기업에 대한 정보를 알 수 없는 경우, 스마트 팩토리 미도입 기업 등을 제외하고 450개의 유효 표본을 획득하여 분석하였다. 표본은 업력을 기준으로 층화비례표본추출방법을 사용하였고 2012년 1월 이후 창업한 기업과 2011년 12월 이전 창업한 기업으로 구분하여 표본을 추출하였다. 또한 특정 업종과 지역에 표본이 편중되지 않도록 업종과 지역을 고려하여 표본을 추출하였다. 설문 문항은 59개 관측변수로 구성이 되어 있으나 탐색적 요인분석을 통해 잠재변수의 요인으로 묶이지 않는 at5, bd4, bd5, nb4, pi4, cw2 등 5개 변수는 제외하고 분석하였다.

[표4-1]은 표본기업의 일반현황에 대한 빈도분석 결과를 나타낸 것이다. 먼저 표본의 업종은 화학제품 제조업 등 C2가 전체 업종의 63.8%를 차지하고, 식품제조업 등 C1이 19.5%, 자동차 제조업 등 C3가 16.7%를 차지하는 것으로 나타났다. 매출 규모는 5억 원 미만이 전체의 3.8%를 차지하는 것으로 확인되었고, 100억 원 이상이 전체의 30%를 차지하는 것으로 나타났다. 그리고 매출액 50억 원 이상 달성하는 기업은 전체의 52.2%를 차지하여 응답 기업은 대체로 외형이 높은 것으로 확인되었다. 통계청 자료에 따르면, 2017년 기준 우리나라 전체 중소기업의 평균 매출액은 12.7억 원이고, 제조업의 평균 매출액은 42.68억 원이라고 한다. 이 금액을 감안할 때 표본기업의 매출액은 비교적 높은 수준이라고 할 수 있다. 종업원 수는 10명 초과 20명 이하가 전체의 25.3%로 가장 많은 것으로 나타났다. 5명 이하의 소규모 기업도 전체 표본기업의 11.3%를 차지하는 것으로 나타났고, 종업원 수가 50명을 초과하는 기업은 15.8%를 차지했다. 종업원 수가 100명을 초과하는 기업은

6.7%였다. 응답 기업의 업력은 7년 이하 창업기업이 155개 34.4%이고, 비창업기업은 7년 초과 10년 이하 기업이 16%를 차지했으며 10년 초과 20년 이하 기업은 31.3%를 차지하는 것으로 확인되었다. 기업 성장단계별 현황을 보면, 설립 이후 7년 이내 창업기업은 34.4%이고, 7년 초과 15년 이내 성장기업은 34.2%이며 15년 초과 성숙기업은 31.4%인 것으로 나타났다.

[표4-1] 표본기업의 일반 현황

항목	세부내용	빈도(개)	비율(%)
업종	C1(식료품 제조 등 9개)	88	19.5
	C2(화학제품 제조 등 10개)	287	63.8
	C3(자동차 제조 등 5개)	75	16.7
매출규모	10억원 미만	46	10.2
	10억원 이상 - 20억원 미만	50	11.1
	20억원 이상 - 50억원 미만	119	26.4
	50억원 이상 - 100억원 미만	100	22.2
	100억원 이상 - 500억원 미만	121	26.9
	500억원 이상	14	3.1
종업원	5명 이하	51	11.3
	6명 이상 - 10명 이하	74	16.5
	11명 이상 - 20명 이하	114	25.3
	21명 이상 - 30명 이하	73	16.2
	31명 이상 - 50명 이하	67	14.9
	5명 초과	71	15.8
업력	5년 이하	85	18.9
	5년 초과 - 7년 이하	70	15.6
	7년 초과 - 10년 이하	80	17.8
	10년 초과 - 15년 이하	74	16.4
	15년 초과 - 20년 이하	67	14.9
	20년 초과	74	16.4
기업유형 ^{주)}	일반기업	183	33.1
	벤처기업	132	22.6
	이노비즈기업	121	20.8
	메인비즈기업	117	20.1

주) 벤처기업, 이노비즈기업, 메인비즈기업은 중복 응답

기업 유형은 일반기업이 183개(40.7%)이고, 267개 기업은 벤처기업, 메인비즈, 이노비즈기업으로 약 60% 기업이 혁신성을 갖춘 기업으로 확인되었다. 설

문 문항의 특성은 평균(Mean), 표준편차(standard deviation : SD), 왜도(skewness), 첨도(kurtosis) 등을 통해 분석하였다. [표4-2]는 전략적 가치 인식 관련 요인들의 기술통계를 나타낸 것이다.

[표4-2] 전략적 가치 인식 관련 요인의 기술통계

요인	변수	문항	Mean	SD	Skewness	Kurtosis
생산·운영	공장자동화	at1	1.72	0.97	1.39	1.60
		at2	1.94	1.05	1.04	0.53
		at3	1.74	0.96	1.32	1.37
		at4	1.79	0.97	1.15	0.81
		at6	1.83	1.11	1.17	0.94
	빅데이터 분석	bd1	3.76	1.11	-0.80	0.13
		bd2	3.76	1.10	-0.74	0.01
		bd3	3.77	1.08	-0.77	0.08
경영생산	신사업 생산성	nb1	2.64	1.31	0.21	-1.13
		nb2	2.80	1.36	0.12	-1.20
		nb3	2.67	1.33	0.24	-1.10
	프로세스 개선	pi1	3.72	1.19	-0.69	-0.38
		pi2	3.80	1.19	-0.75	-0.32
		pi3	3.55	1.21	-0.58	-0.48
		pi5	3.50	1.20	-0.56	-0.47
의사결정	컨설팅트역량	pi6	3.55	1.20	-0.60	-0.39
		cc1	4.29	0.93	-1.43	1.92
		cc2	4.27	0.93	-1.40	1.90
		cc3	4.29	0.93	-1.39	1.76
		cc4	4.29	0.93	-1.43	2.00
	컨설팅만족	cc5	4.28	0.94	-1.39	1.78
		cs1	3.59	1.05	-0.43	-0.36
		cs2	3.65	1.04	-0.46	-0.31
		cs3	3.69	1.06	-0.55	-0.23
		cs4	3.68	1.05	-0.52	-0.26
		cs5	3.68	1.06	-0.51	-0.27

왜도는 분포의 기울어진 방향과 기울어진 정도를 나타내는 척도로 왼쪽에 긴 꼬리가 있으면 음의 왜도를 갖고 오른쪽으로 긴 꼬리를 가지면 양의 왜도를 갖는다. 왜도가 클수록 비대칭정도가 커진다. 첨도는 자료의 분포가 정규분포를 기준으로 뽕족한 정도를 나타내며, 정규분포는 첨도가 '0'이다. 첨도가 '0'

보다 크면 정규분포보다 더 뽕족한 분포를 하고, '0'보다 작으면 정규분포보다 덜 뽕족한 분포를 한다.

공장자동화 변수는 평균이 2점보다 작고, 표준편차도 1점보다 작아 분포의 변동이 적은 편이다. 빅데이터 분석 변수는 모두 평균값이 4점에 가까운 값을 가지는 것으로 나타났다. 표준편차는 1점을 약간 초과하는 값을 갖는다. 컨설턴트역량은 평균이 4점을 초과한 값을 가지며 나머지 변수는 3점을 전후한 평균값을 갖는다. 신사업 생산성은 평균이 약 2.7점으로 '보통'에 못 미치고 표준편차는 1.3점으로 비교적 큰 편이다. 프로세스 개선은 평균이 3.6점으로 긍정에 가깝고 표준편차는 1.2점으로 약간 큰 편이다. 컨설턴트역량은 평균이 4.2점 정도로 높고 표준편차는 1점 이하로 안정적이다. 컨설팅만족은 평균이 3.6점 정도로 보통 이상이고 표준편차는 1점 정도로 안정적인 값을 갖는다.

다음은 환경요인, 수용의도 그리고 경영성과와 관련한 관측변수의 기술통계를 보면, 세부적인 내용은 [표4-3]에서 확인할 수 있다. 대표역량 변수는 5점 척도의 3점 보통에 해당하는 평균값을 갖는 것으로 확인되었다. 표준편차는 1점을 약간 초과하는 수준으로 다른 변수의 표준편차와 비슷한 수준이다. 왜도는 모든 관측변수에서 음의 값을 가져 왼쪽에 데이터가 길게 분포하고 있음을 짐작할 수 있다. 첨도 역시 음의 값으로 정규분포의 첨도보다 작다는 사실을 알 수 있다. 그러나 그 값이 크지 않아 정규분포에 근사하는 분포를 한다고 추정할 수 있다. 외부지원 변수는 약 4점 정도의 평균값을 가져 긍정적인 답변이 많은 것으로 확인된다. 표준편차는 대부분 관측변수가 1점 정도의 값을 가져 다른 변수와 비슷한 수준을 보이고 있다. 왜도는 모든 변수가 음의 값을 가져 좌측에 데이터가 일부 분포하고 4점과 5점이 일부 있는 것으로 추정할 수 있다. 첨도는 하나의 관측변수를 제외하고 모두 음의 값을 가져 정규분포보다 약간 낮게 데이터가 분포되어 있음을 알 수 있다. 조직역량 변수는 평균이 3점을 약간 초과하여 '보통' 수준을 나타낸다. 표준편차는 대부분 관측변수가 1점의 값을 가진다. 왜도와 첨도는 모두 음의 값이지만 절댓값이 크지 않아 정규분포와 비슷한 모양을 갖추고 있음을 알 수 있다.

[표4-3] 환경요인, 수용의도 및 경영성과 요인의 기술통계

요인	변수	문항	Mean	SD	Skewness	Kurtosis
환경요인	대표역량	pc1	3.07	1.13	-0.10	-0.63
		pc2	3.25	1.14	-0.23	-0.65
		pc3	2.93	1.13	-0.02	-0.64
		pc4	2.92	1.13	-0.01	-0.67
		pc5	3.06	1.10	-0.13	-0.59
	외부지원	os1	3.76	1.08	-0.60	-0.26
		os2	3.90	1.01	-0.80	0.34
		os3	3.83	1.01	-0.60	-0.11
		os4	3.77	1.18	-0.65	-0.43
		os5	3.90	1.13	-0.76	-0.18
	조직역량	fc1	3.36	1.04	-0.29	-0.39
		fc2	3.22	1.04	-0.19	-0.43
		fc3	3.21	1.05	-0.16	-0.45
		fc4	3.22	1.05	-0.12	-0.60
수용의도	도입의도	sw1	3.18	1.16	-0.15	-0.71
		sw2	3.18	1.19	-0.16	-0.79
		sw3	3.15	1.18	-0.05	-0.76
		sw4	3.21	1.19	-0.15	-0.82
		sw5	3.05	1.16	-0.04	-0.74
	지속의도	cw1	2.65	1.10	0.24	-0.64
		cw3	2.46	1.07	0.44	-0.33
		cw4	2.42	1.10	0.47	-0.43
		cw5	2.46	1.07	0.33	-0.56
경영성과	비재무성과	jm1	3.78	0.93	-0.39	-0.38
		jm2	3.86	0.95	-0.58	-0.16
		jm3	3.72	0.98	-0.45	-0.40
		jm4	3.72	1.00	-0.40	-0.53

도입의도 변수는 평균이 3점을 약간 상회하며 ‘보통’ 수준을 나타낸다. sw5 문항의 평균이 3.05점으로 가장 작다. 표준편차는 약 1.17점으로 다른 변수보다 높은 수준을 보인다. 왜도는 음의 값을 가지고 있어 분포가 왼쪽으로 치우친 형태를 보이지만 그 절댓값이 작아 데이터들의 왼쪽으로 치우침이 적은 편이다. 반면 침도는 모두 음의 값을 가지며 그 절댓값이 비교적 커 정규분포보다 낮게 분포하고 있다. 지속의도 변수는 평균이 약 2.5점으로 공장자동화 변수보다 크고 신사업 생산성 변수와 비슷한 수준을 보이고 있다. 표준편차는

1점 정도로 다른 변수와 비슷한 수준을 보인다. 왜도는 모든 설문 문항이 양의 값을 가져 분포가 오른쪽으로 치우친 분포를 한다. 그러나 왜도는 '1.0' 이하로 정규분포에서 크게 벗어나지 않는다. 첨도는 모두 음의 값을 가지고 있어 정규분포보다 낮게 분포하고 있으나 그 값 작아 정규분포와 비슷한 수준이다. 마지막으로 비재무성과 변수는 평균값이 긍정의견인 4점에 근접한 값을 가지고 있다. 표준편차는 대부분의 설문 문항이 1점에 가까운 값을 가지고 있으며 다른 변수보다 약간 작은 편차를 나타내고 있다. 왜도는 모든 설문 문항이 음의 값을 가지고 있어 왼쪽으로 치우친 분포를 한다. 그러나 절댓값이 작아 정규분포와 비슷한 수준이다. 첨도 역시 음의 값을 가지고 있으나 그 값이 작아 정규분포와 비슷한 수준으로 볼 수 있다. 따라서 설문 문항이 정규분포를 따른다고 가정해도 무리는 없을 것으로 보인다.

이상 설문 문항에 대한 기술통계 분석을 종합해 볼 때, 공장자동화 관련 변수가 1점인 '전혀 아님' 또는 2점인 '아님' 등 부정적인 응답이 많았고, 나머지 변수는 '보통' 또는 '그리함' 등 보통 수준 또는 그 이상의 긍정적인 수준의 응답이 많았다. 특히 컨설턴트역량은 평균의 최솟값이 4.27점으로 매우 긍정적인 응답을 한 것으로 나타났다. 표준편차는 전반적으로 1점 정도의 값을 가져 편차가 지나치게 크거나 작지 않음을 나타내고 있다. 왜도는 공장자동화, 신사업 생산성 그리고 지속의도의 첨도가 양의 값을 가져 오른쪽으로 치우친 분포를 하고, 나머지 설문 문항은 음의 첨도는 가져 왼쪽으로 치우친 분포를 하는 것으로 나타났다. 그러나 그 값이 대부분 '1.0' 이하로 작고, 공장자동화와 컨설턴트역량은 '1.0' 을 초과하고 있으나 매우 부정적 또는 긍정적인 응답으로 인해 왜도가 크게 나오지만 '1.5'를 벗어나지는 않아 정규분포를 가정하는 데 무리는 없어 보인다. 첨도는 공장자동화, 빅데이터 분석, 컨설턴트역량이 양의 값을 가져 정규분포보다 더 뽕족한 분포 형태를 가지고, 나머지 설문 문항은 모두 음의 값을 가지고 있어 정규분포보다 약간 낮은 분포 형태를 보이나 모든 설문 문항이 '2.0' 이하로 정규분포와 큰 차이가 없다. 따라서 전반적인 분포의 모양은 정규분포를 따른다고 가정할 수 있다.

분석 대상기업에 대한 재무적 특성을 알아보기 위해 5가지 범주와 26개의 재무비율에 대하여 기술통계를 분석하였다. [표4-4]는 표본기업의 재무비율에

대한 기술통계를 나타낸 것이다.

[표4-4] 재무비율에 대한 기술통계

범주	비율	Mean	SE	SD	Min	Max
성장성 (6)	매출액증가율	0.36	0.12	2.65	-0.86	54.06
	총자산증가율	0.24	0.02	0.47	-0.59	3.52
	자기자본증가율	0.40	0.14	2.97	-5.75	60.00
	유형자산증가율	1.14	0.31	6.57	-1.00	103.50
	영업이익증가율	0.28	0.36	7.54	-61.20	126.00
수익성 (7)	매출액영업이익률	0.01	0.02	0.34	-5.79	0.24
	매출액순이익률	0.02	0.01	0.21	-4.15	0.17
	총자산영업이익률	0.06	0.01	0.15	-1.78	1.03
	총자산순이익률	0.04	0.00	0.08	-0.45	0.55
	자기자본순이익률	0.13	0.01	0.25	-2.49	1.65
안정성 (5)	부채비율	2.89	0.19	3.93	-10.59	57.16
	자기자본비율	0.34	0.01	0.16	-0.15	1.00
	차입금의존도	0.49	0.01	0.18	0.00	1.14
	유동비율	2.62	0.15	3.26	0.04	34.00
	현금비율	0.43	0.05	0.97	0.00	10.00
활동성 (4)	총자산회전율	1.40	0.06	1.20	0.05	13.80
	매출채권회전율	9.69	0.56	11.80	0.72	129.29
	매입채무회전율	29.35	2.39	50.68	1.41	615.18
	재고자산회전율	22.43	2.71	57.57	0.69	855.20
생산성 (4)	부가가치율	0.19	0.03	0.71	-3.79	14.48
	총자본투자효율	0.67	0.04	0.93	-1.67	14.11
	자본집약도	114.11	5.14	109.13	-27.50	1026.71
	노동생산성	49.19	2.16	45.72	-426.75	228.00

먼저 성장성 범주는 유형자산증가율이 가장 큰 평균을 가지고, 다음은 자기자본증가율 순으로 큰 평균을 갖는다. 총자산증가율이 가장 작은 평균을 갖고, 다음 영업이익증가율, 매출액증가율 순이다. 수익성 범주는 자기자본순이익률이 가장 큰 평균을 갖고, 매출액영업이익률이 가장 작은 평균을 갖는다. 수익성 범주에 속하는 재무비율은 대부분이 매우 작은 값을 갖는 것으로 나타났다. 안정성 범주는 부채비율이 가장 큰 평균을 갖는다. 대부분의 중소기업이

사업을 시작할 때부터 창업자금 대출, 운전자금 대출 등 차입금이 많아 부채 비율이 높은 것으로 예상된다. 그리고 유동자산을 유동부채로 나눈 유동비율의 평균이 다음으로 높다. 차입금도 많지만 1년 이내 현금화 할 수 있는 자산도 많다는 것을 의미한다. 자기자본비율이 가장 작은 평균을 갖는 것으로 나타났는데, 자산의 구성이 자기자본(자산)보다 타인자본(부채)에 의해 생성된 것을 많음을 의미한다. 활동성 범주는 매입채무회전율이 가장 큰 평균을 갖고, 재고자산회전율이 다음으로 큰 평균을 갖는 것으로 나타났는데, 매출액 대비 매입채무 또는 재고자산의 회전이 빨라 매입채무에 대한 지급능력이 양호하고 재고자산을 빨리 소진함을 의미한다. 생산성 범주는 자본집약도 평균이 가장 큰 것으로 나타났고, 노동생산성이 다음으로 큰 평균을 갖는 것으로 나타났다. 노동자 한 명이 만들어내는 산출량 또는 일정 기간 생산량이 비교적 높다는 것을 의미한다.

2) 창업·비창업기업 특성 및 집단 비교

통계청 자료²⁾에 따르면 2016년 기준 제조업을 영위하는 기업의 3년 생존율은 51.5%, 5년 생존율은 39.3%에 불과함을 알 수 있다. 2017년 기준 전체 신생기업의 5년 생존율은 28.5%로 매우 낮다. 또한 창업기업은 설립 이후 3~5년 사이에 죽음의 계곡(Death Valley)이라는 어려운 시기에 봉착하게 된다. 여러 가지 자금 문제, 기술 문제, 인력 문제 및 판매 등 다양한 경영환경을 극복해야 하고 그렇지 못할 경우 도산하게 된다. 따라서 정부는 창업기업에 대해 다양한 금전적 비금전적 지원을 하고 있다. 본 연구는 모집단을 창업 후 7년 이내 기업과 7년 초과 기업으로 구분하였다. 7년 이내 창업기업에는 설립 후 3년 이내 신생기업은 재무제표가 없는 기업이 다수이고, 대표 1인 기업 등 영세 기업이 대부분으로 표본에서 제외하였다. 전체 표본 450개 기업 중에서 창업기업은 155개 기업이고, 비창업기업은 295개로 구성되어 있다. 표본에서 창업기업과 비창업기업의 차이는 설립 3년 이내 창업기업을 제외하였기 때문이다. 설립 후 7년 이내 기업을 창업기업으로 분류하는 것은

2) 출처: KOSIS국가통계포털(kosis.kr) 기업생멸행정통계

‘중소기업창업 지원법’과 신용보증기금에서 기업의 지원을 위한 정책적 측면에서 사업 개시일로부터 7년 이내 기업을 창업기업으로 정의하였고, 금융위원회에서도 2017년 ‘건강한 창업생태계 조성을 위한 지원방안’을 통해 창업 후 7년까지 창업기업으로 분류하여 이 기준을 준용하였다. 창업·비창업기업에 대한 분석 및 가설검정은 정책적 제안을 위해 의미가 있을 것으로 판단된다. 설문 문항에 대하여 기술통계를 비교·분석하고 집단 차이에 대한 가설검정을 실시한다. 표준오차(standard error)는 표본평균의 표준편차로 집단의 평균 차이에 대한 가설검정에서 집단의 평균 차이를 보정하는 역할을 한다.

[표4-5]는 생산·운영 요인 관련 설문 문항에 대한 창업·비창업 기업별 평균과 표준편차, 표준오차 그리고 평균 차이를 나타낸 것이다.

[표4-5] 생산·운영 요인의 창업·비창업기업 기술통계 비교

변수	문항	집단분류	Mean	평균 차이	SD	SE
공장자동화	at1	창업	1.71	0.01	0.99	0.08
		비창업	1.72		0.96	0.06
	at2	창업	1.87	0.12	1.05	0.08
		비창업	1.99		1.05	0.06
	at3	창업	1.73	0.01	1.03	0.08
		비창업	1.74		0.92	0.05
	at4	창업	1.78	0.01	1.02	0.08
		비창업	1.79		0.94	0.06
	at6	창업	1.82	0.01	1.06	0.09
		비창업	1.83		0.96	0.06
빅데이터 분석	bd1	창업	3.83	0.11	1.10	0.09
		비창업	3.72		1.12	0.07
	bd2	창업	3.77	0.01	1.12	0.09
		비창업	3.76		1.09	0.06
	bd3	창업	3.86	0.13	1.03	0.08
		비창업	3.73		1.11	0.07

공장자동화와 관련하여 문항 at2는 평균의 차이가 0.12점으로 다른 문항들보다 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 나머지 문항은 창업·비창업기업의 평균 차이가 0.01점으로 미미한 수준으로 확인되었다. 빅데이터 분석과 관련하여 문항 bd4의 평균 차이가 0.14점으로 가장 크고, 문항 bd3이 0.13점, 문항

bd1이 0.11점으로 차이가 다소 있으며, 문항 bd2는 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 공장자동화 변수와 빅데이터 분석 변수를 비교해 보면 공장자동화 변수는 창업기업 집단과 비창업기업 집단 간 평균 차이가 미미하지만 빅데이터 분석 변수는 차이가 일부 있는 문항도 있으나 대부분 큰 차이 없이 비슷한 평균을 갖는 것으로 확인된다. 두 집단 사이의 평균 차이는 어느 정도 차이가 있어야 유의한 차이가 있다고 할 수 있다. 이들 차이는 통계적 가설검정을 통해서 확인할 수 있다. 가설검정은 표준오차에 영향을 받고, 표준오차는 표본 개수와 표준편차에 영향을 받는다.

[표4-6]은 경영 생산성 요인과 관련한 변수들의 창업·비창업 기업 집단별 평균과 표준편차, 표준오차 그리고 평균 차이를 나타낸 것이다.

[표4-6] 경영생산 요인의 창업·비창업기업 기술통계 비교

변수	문항	그룹분류	Mean	평균 차이	SD	SE
신사업 생산성	nb1	창업	2.72	0.12	1.35	0.11
		비창업	2.60		1.28	0.08
	nb2	창업	2.82	0.03	1.33	0.11
		비창업	2.79		1.38	0.08
	nb3	창업	2.74	0.10	1.38	0.11
		비창업	2.64		1.31	0.08
프로세스 개선	pi1	창업	3.68	0.06	1.21	0.10
		비창업	3.74		1.18	0.07
	pi2	창업	3.73	0.11	1.18	0.09
		비창업	3.84		1.19	0.07
	pi3	창업	3.61	0.09	1.19	0.09
		비창업	3.52		1.22	0.07
	pi5	창업	3.59	0.14	1.17	0.09
		비창업	3.45		1.21	0.07
	pi6	창업	3.61	0.09	1.25	0.10
		비창업	3.52		1.18	0.07

신사업 생산성은 문항 nb1이 0.12점으로 차이가 크고, 문항 nb3이 0.10점으로 다소 차이가 있으나 그 차이는 미미한 수준이다. 신사업 생산성 관련 설문 문항들의 평균 차이는 최소 .03점, 최대 0.12점으로 문항별 창업기업과 비창업기업의 평균 차이가 큰 편이다. 프로세스 개선 관련 설문 문항은 pi5의 평

균 차이가 0.14점으로 가장 크고, 다음으로 문항 pi2의 평균 차이가 0.11점으로 크다. 문항 pi3과 문항 pi6의 평균 차이가 0.09점으로 동일하다.

프로세스 개선 관련 설문 문항들도 평균 차이는 0.09점에서 0.14점으로 그 값이 크지 않다. 표준편차는 신사업 생산성 변수에서 문항 nb1과 문항 nb3은 창업기업의 표준편차가 비창업기업의 표준편차 보다 더 크지만, 설문 문항 nb2는 비창업기업의 표준편차가 더 크지만 차이는 미미하다. 프로세스 개선에서 설문 문항 pi1과 설문 문항 pi6는 창업기업의 표준편차가 더 크고 나머지 문항은 비창업기업의 표준편차가 더 크다. 표준편차가 크면 표준오차 값도 커지게 되어 신사업 생산성과 프로세스 개선의 문항들에 대한 표준오차도 다른 변수의 문항들보다 다소 큰 값을 가진다는 것을 확인할 수 있다.

[표4-7]은 의사결정 요인과 관련한 변수들의 창업·비창업 기업 집단별 평균과 표준편차, 표준오차 그리고 평균 차이를 나타낸 것이다.

[표4-7] 의사결정 요인의 창업·비창업기업 기술통계 비교

변수	문항	그룹분류	Mean	평균 차이	SD	SE
컨설턴트 역량	cc1	창업	4.39	0.15	0.94	0.07
		비창업	4.24		0.92	0.05
	cc2	창업	4.35	0.12	0.96	0.08
		비창업	4.23		0.92	0.05
	cc3	창업	4.39	0.16	0.93	0.07
		비창업	4.23		0.93	0.05
	cc4	창업	4.41	0.19	0.95	0.08
		비창업	4.22		0.91	0.05
	cc5	창업	4.37	0.14	0.98	0.08
		비창업	4.23		0.92	0.05
컨설팅 만족	cs1	창업	3.66	0.12	1.06	0.09
		비창업	3.54		1.04	0.06
	cs2	창업	3.75	0.15	1.08	0.09
		비창업	3.60		1.01	0.06
	cs3	창업	3.78	0.14	1.07	0.09
		비창업	3.64		1.05	0.06
	cs4	창업	3.75	0.11	1.09	0.09
		비창업	3.64		1.02	0.06
	cs5	창업	3.74	0.10	1.07	0.09
		비창업	3.64		1.05	0.06

컨설턴트역량 설문 문항은 두 집단 간 평균 차이가 다른 변수에 비해 큰 편이다. 문항 cc4는 평균 차이가 0.19점으로 가장 크고, 문항 cc3는 평균 차이가 0.16점으로 다음으로 크다. 평균 차이가 가장 작은 것은 문항 cc2로 평균 차이가 0.12점이다. 응답 평균은 창업기업 집단이 비창업기업 집단보다 더 큰 평균값을 가진다. 이것은 창업기업이 컨설턴트역량에 대해 더 긍정적으로 응답했다는 것을 말해준다. 창업기업은 전문 인력을 고용할 여력이 부족하여 스마트 팩토리 구축 같은 많은 자금이 투입되는 프로젝트에 컨설턴트의 역량에 많이 의존한다고 추정할 수 있다.

컨설팅만족 변수의 설문 문항은 두 집단의 평균 차이가 0.10점 이상이고 특히 문항 cs2의 평균 차이가 0.15점으로 가장 크고, 문항 cs5의 평균 차이는 0.10점으로 가장 작다. 창업기업의 표준편차가 비창업기업의 표준편차보다 약간 더 큰 것으로 나타났고, 컨설턴트역량의 표준편차가 컨설팅만족의 표준편차보다 더 작은 것으로 확인되었다.

[표4-8]은 환경요인과 관련한 변수들의 창업·비창업기업 집단별 평균과 표준편차, 표준오차 그리고 평균 차이를 나타낸 것이다. 대표역량 변수의 설문 문항 pc2의 평균 차이가 0.15점으로 가장 크고, 다음은 문항 pc3의 평균 차이가 0.13점으로 크며, 문항 pc4의 평균 차이가 0.07점으로 가장 작다.

외부지원 변수의 설문 문항 os5의 평균 차이가 0.17점으로 가장 크고, 다음은 문항 os4의 평균 차이가 0.12점으로 크다. 문항 os3의 평균 차이는 0.03점으로 가장 작다. 문항 os8_4의 평균 차이는 0.12점으로 중간 수준의 차이를 보인다. 외부지원 관련 설문 문항의 평균값이 가장 크게 나타나 스마트 팩토리 구축을 위해 정부 기관 등 외부의 금전적 또는 비금전적 지원을 중요하게 생각한다는 것을 확인할 수 있다.

조직역량 변수의 설문 문항 fc1의 평균 차이가 0.10점으로 가장 크고, 문항 fc4의 평균 차이는 0.01점으로 가장 작다. 조직역량 변수는 모든 설문 문항에서 창업·비창업기업 집단 간의 평균 차이가 0.10점 이하로 작아 평균 차이가 거의 없는 것으로 나타났다.

[표4-8] 환경요인의 창업·비창업기업 기술통계 비교

변수	문항	그룹분류	Mean	평균 차이	SD	SE
대표역량	pc1	창업	3.14	0.11	1.18	0.09
		비창업	3.03		1.10	0.07
	pc2	창업	3.35	0.15	1.17	0.09
		비창업	3.20		1.12	0.07
	pc3	창업	3.01	0.13	1.13	0.09
		비창업	2.88		1.13	0.07
	pc4	창업	2.97	0.07	1.17	0.09
		비창업	2.90		1.11	0.07
외부지원	os1	창업	3.78	0.04	1.06	0.08
		비창업	3.74		1.10	0.06
	os2	창업	3.99	0.14	0.98	0.08
		비창업	3.85		1.02	0.06
	os3	창업	3.85	0.03	1.01	0.08
		비창업	3.82		1.01	0.06
	os4	창업	3.85	0.12	1.18	0.09
		비창업	3.73		1.17	0.07
	os5	창업	4.01	0.17	1.10	0.09
		비창업	3.84		1.13	0.07
조직역량	fc1	창업	3.43	0.10	1.05	0.08
		비창업	3.33		1.04	0.06
	fc2	창업	3.25	0.05	1.05	0.08
		비창업	3.20		1.04	0.06
	fc3	창업	3.16	0.08	1.09	0.09
		비창업	3.24		1.03	0.06
	fc4	창업	3.23	0.01	1.10	0.09
		비창업	3.22		1.02	0.06

[표4-9]은 수용의도 및 경영성과 요인과 관련한 변수들의 창업·비창업 기업 집단별 평균과 표준편차, 표준오차 그리고 평균 차이를 나타낸 것이다. 수용의도 요인 관련 도입의도에 관한 설문 문항 sw1의 평균 차이가 0.13점으로 가장 크고, 문항 sw4의 평균 차이가 0.01점으로 가장 작다. 지속의도는 집단 사이의 평균 차이가 큰 편이다. 두 집단 간 차이에 대한 가설검정에서 유의한 차이가 있을 것으로 예상된다.

[표4-9] 수용의도 및 경영성과 요인의 창업·비창업기업 기술통계 비교

변수	문항	그룹	Mean	평균 차이	SD	SE
도입의도	sw1	창업	3.27	0.13	1.22	0.10
		비창업	3.14		1.13	0.07
	sw2	창업	3.21	0.04	1.20	0.10
		비창업	3.17		1.20	0.07
	sw3	창업	3.21	0.10	1.20	0.10
		비창업	3.11		1.17	0.07
	sw4	창업	3.22	0.01	1.19	0.09
		비창업	3.21		1.19	0.07
지속의도	cw1	창업	2.51	0.22	1.16	0.09
		비창업	2.73		1.07	0.06
	cw3	창업	2.32	0.22	1.12	0.09
		비창업	2.54		1.03	0.06
	cw4	창업	2.25	0.27	1.08	0.09
		비창업	2.52		1.10	0.07
	cw5	창업	2.36	0.16	1.07	0.09
		비창업	2.52		1.07	0.06
경영성과	jm1	창업	3.83	0.08	0.93	0.07
		비창업	3.75		0.93	0.05
	jm2	창업	3.94	0.12	0.92	0.07
		비창업	3.82		0.96	0.06
	jm3	창업	3.82	0.15	0.92	0.07
		비창업	3.67		1.00	0.06
	jm4	창업	3.79	0.10	0.97	0.08
		비창업	3.69		1.01	0.06

경영성과 요인의 비재무성과 변수의 설문 문항 jm3는 평균 차이가 0.15점으로 가장 크고, 문항 jm1의 평균 차이가 0.08점으로 가장 작다. 표준편차는 다른 요인에 비해 약간 작은 값을 가진다. 비재무성과 관련 문항은 평균 차이가 비교적 작아 창업·비창업 집단 사이의 평균 차이에 대한 가설검정에서 유의한 차이가 없을 것으로 예상된다.

이상의 설문 문항에 대한 기술통계와 두 집단의 평균 차이에 대한 검토를 바탕으로 창업·비창업기업 집단 간의 평균 차이에 대한 T 검정을 실시한다.

독립 집단의 평균 차이를 검정하기 위해서는 각 집단이 정규분포를 따른다는 가정이 충족되어야 한다. 또한 가설검정을 실시하기 전에 앞서 두 집단의 분산이 동일한지 여부를 확인해야 한다. 왜냐하면 두 집단의 분산이 같은 경우인 등분산성(Homoscedasticity)을 만족하는 경우와 분산이 다른 이분산성(Heteroscedasticity)을 만족하는 경우 표준오차가 달라지기 때문이다. 등분산 검정은 Levene 검정과 Bartlett 검정이 사용하며, 정규분포의 가정이 덜 엄격한 Levene 검정을 주로 사용한다. 등분산 검정에서 귀무가설(H_0)은 “두 집단의 분산은 동일하다.”이다. 귀무가설이 기각되지 않는 경우 등분산은 각 집단의 표본 분산을 합산한 분산을 사용하는 합동분산(Pooled-variance) T 검정 통계량을 사용하며 검정통계량은 다음 (식4-1)과 같다.

$$t = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p}, \quad S_p = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}} \quad (\text{식4-1})$$

여기서, s_1^2 , s_2^2 는 각 집단의 표본분산, n_1 , n_2 는 표본 개수를 나타낸다. 검정 통계량의 분포인 T분포는 자유도는 각 집단의 표본 개수를 더한 값에 추정된 모수의 개수 2를 뺀 값인 $(n_1 + n_2 - 2)$ 이 된다. 귀무가설이 기각되어 이분산이 적용되는 경우 Welch-Satterthwaite T 검정 통계량을 사용한다. 검정통계량은 합동분산 T 검정과 동일하나 T분포의 자유도가 다음 (식4-2)와 같이 계산된다.

$$\nu \approx \left\{ \left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} \right)^2 / \left(\frac{s_1^4}{n_1^2 \nu_1} + \frac{s_2^4}{n_2^2 \nu_2} \right) \right\}, \quad \nu_i = n_i - 1 \quad (\text{식4-2})$$

창업·비창업기업 집단 사이에 대한 평균 차이의 가설검정은 유의수준 10%를 기준으로 하였다. [표4-10]은 54개 설문 문항에 대한 T 검정 결과 유의한 문항에 대한 세부 내용을 나타낸 것이다.

[표4-10] 창업·비창업기업의 T 검정 결과

변수	분산	Levene 검정		평균 차이 T검정					
		F통계값	p-value	t통계값	df	p-value	평균 차이	90% C.I. 하한	상한
cc1	등분산	0.31	0.58	1.71	448	.089*	0.16	0.01	0.31
	이분산	.	.	1.70	317.4	.091*	0.16	0.00	0.31
cc3	등분산	0.62	0.43	1.78	448	.076*	0.16	0.01	0.31
	이분산	.	.	1.78	321.0	.076*	0.16	0.01	0.31
cc4	등분산	0.17	0.68	2.00	448	.046**	0.18	0.03	0.33
	이분산	.	.	1.98	311.6	.048**	0.18	0.03	0.33
cw1	등분산	3.89	0.05	-2.03	448	.043**	-0.22	-0.40	-0.04
	이분산	.	.	-1.98	300.4	.049**	-0.22	-0.40	-0.04
cw2	등분산	1.30	0.26	-2.11	448	.035**	-0.22	-0.39	-0.05
	이분산	.	.	-2.05	298.0	.041**	-0.22	-0.40	-0.04
cw3	등분산	0.64	0.43	-2.50	448	.013**	-0.27	-0.45	-0.09
	이분산	.	.	-2.52	329.6	.012**	-0.27	-0.45	-0.09

주) *: $p < 0.1$, **: $p < .05$, C.I.: Confidence Interval, df: degree of freedom.

유의수준 10%에서 창업기업과 비창업기업의 차이가 유의한 것은 6개였다. T 검정은 귀무가설(H_0)이 “두 집단의 평균 차이는 없다.”로 설정된다. T 검정을 실시하기 전에 두 집단의 분산이 동일한지 여부를 먼저 검정한다. 평균 차이가 유의한 10개의 문항 중 등분산 검정 결과 귀무가설을 기각할 수 없는 경우는 7가지, 귀무가설을 기각하는 것은 3가지 경우에 해당한다. 등분산 가정이 충족되는 것은 자유도가 $48(=n_1 + n_2 - 2)$ 이고, 이분산 가정이 충족되는 경우는 소수로 자유도가 계산된다. 유의한 6개 문항은 등분산인 경우와 등분산이 아닌 경우 모두 두 집단의 평균 차이에 유의한 것으로 확인되었다. 유의한 차이가 있는 문항은 컨설턴트 역량이 3개 문항, 스마트 팩토리 지속의도가 3개 문항이었다. 나머지 설문 문항은 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

3) 기업 성장단계 특성 및 집단 비교

본 연구에서 기업의 성장단계는 창업단계, 성장단계, 성숙단계로 정의하였

다. 창업단계는 사업 개시 후 7년 이내 기업, 성장단계는 7년 초과 15년 이내 기업, 성숙단계는 15년을 초과한 기업이 해당한다. 창업단계는 창업기업이 해당하고, 성장단계와 성숙단계에 해당하는 기업은 비창업기업을 창업 이후 15년을 전후로 재분류한 것이다. 기업 성장단계별 기업 집단에 대하여 설문 자료의 특성을 비교·분석하고 집단 사이에 유의한 차이가 있는지 가설검정을 실시하였다. 성장단계별 기업 집단 사이의 평균 차이를 검정하는 것은 중소기업의 성장단계별 지원정책을 달리 적용할 수 있는 이론적 근거를 제시한다는 측면에서 의미가 있다. 정부의 중소기업 지원이 설립 이후 7년 이내 창업기업에 집중되어 7년 초과 비창업기업을 영위하는 기업주의 불만이 있어 비창업기업의 재무적 특성을 파악하고 이들 집단이 창업기업과 차이가 있는지 분석하여 비창업기업에 대한 금융지원 정책에 대한 시사점을 제안할 수 있다.

설문 문항에 대하여 성장단계별 기업 집단의 평균, 표준편차 등 기술통계값을 통해 집단별 특성을 비교·분석하고, 집단 사이의 평균 차이가 있는지 ANOVA 검정을 실시하였다. [표4-11]은 생산·운영 요인의 공장자동화(at) 관련 5개 문항과 빅데이터 분석(bd) 관련 3개 문항에 대한 설문 문항별 기술통계를 나타낸 것이다.

[표4-11] 생산·운영 요인의 성장단계별 기술통계 비교

문항번호		1		2		3		4		6	
단계		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
창 업	at	1.71	.987	1.86	1.051	1.72	1.029	1.78	.716	1.81	1.070
	bd	3.83	1.106	3.76	1.134	3.86	1.041	-	-	-	-
성 장	at	1.56	.963	1.81	1.059	1.64	.988	1.65	.873	1.66	.939
	bd	3.66	1.151	3.75	1.145	3.69	1.152	-	-	-	-
성 숙	at	1.89	.931	2.18	1.002	1.86	.833	1.96	.956	2.04	.937
	bd	3.80	1.064	3.77	1.024	3.77	1.051	-	-	-	-

공장자동화 관련 문항은 성숙단계의 평균이 가장 높게 나타나고, 창업단계와 성장단계는 비슷하지만, 창업단계의 평균값이 약간 큰다는 것을 알 수 있다. 표준편차는 5개 관측변수 모두 비슷한 수준을 보인다.

빅데이터 분석 관련 문항은 성장단계별 각 집단의 평균값은 비슷하지만, 창업단계가 가장 크고, 성숙단계 그리고 성장단계 순으로 크다는 것을 확인할 수 있다. 창업단계에 있는 기업이 빅데이터 분석과 관련한 질문에 약간 긍정적이라고 할 수 있다. 표준편차도 비슷한 수준이며 척도 1점의 편차를 보이고 있다.

[표4-12]는 경영 생산성 요인의 신사업 생산성(nb) 관련 3개의 문항과 프로세스 개선(pi) 관련 5개 문항에 대한 설문 문항별 기술통계를 나타낸 것이다. 신사업 생산성 관련 문항은 성장단계별 집단의 평균값은 2점과 3점 사이의 값을 갖는 것으로 확인되었다. 성숙단계의 평균값이 가장 큰 것으로 나타났다, 다음은 창업단계와 성장단계 순으로 나타났다. 표준편차는 1.3점 정도로 다소 높은 편차를 보인다.

[표4-12] 경영 생산성 요인의 성장단계별 기술통계 비교

문항번호		1		2		3		5		6	
단계		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
창 업	nb	2.69	1.351	2.81	1.334	2.73	1.388	-	-	-	-
	pi	3.67	1.217	3.72	1.182	3.61	1.192	3.59	1.178	3.61	1.251
성 장	nb	2.51	1.349	2.55	1.428	2.53	1.387	-	-	-	-
	pi	3.65	1.255	3.73	1.275	3.38	1.329	3.30	1.299	3.39	1.295
성 숙	nb	2.72	1.202	3.08	1.265	2.77	1.191	-	-	-	-
	pi	3.84	1.091	3.96	1.072	3.69	1.070	3.62	1.086	3.67	1.025

프로세스 개선 관련 문항은 성장 단계별 각 집단의 평균값은 3.5점과 3.8점 수준을 갖는 것으로 확인되었다. 각 설문에 대하여 성숙단계의 평균이 가장 큰 값을 가지고, 창업단계와 성장단계는 평균값이 서로 비슷하나 pi3, pi5, pi6 3개 설문은 창업단계의 평균이 성장단계의 평균보다 약 0.3점 더 크다는 것을 확인할 수 있다. 표준편차는 모든 문항이 1.2점 정도의 값을 갖는 것을 알 수 있다.

[표4-13]은 의사결정 요인의 컨설턴트역량(cc) 관련 5개의 문항과 컨설팅 만족(cs) 관련 5개 문항에 대한 설문 문항별 기술통계를 나타낸 것이다. 컨설

턴트역량 관련 문항은 5개 문항의 평균은 4.3점 정도로 긍정적인 응답을 한 것으로 나타났다. 창업단계가 가장 높은 평균값을 가지고, 성장단계와 성숙단계는 평균값이 비슷한 수준이지만 cc1, cc2, cc3은 성숙단계가 성장단계보다 평균값이 더 크지만 cc4, cc5는 성장단계가 성숙단계보다 평균값이 더 큰 것으로 나타났다. 표준편차는 0.93점 정도로 산포가 상대적으로 작은 편이다.

[표4-13] 의사결정 요인의 성장단계별 기술통계 비교

문항번호		1		2		3		4		5	
단계		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
창업	cc	4.39	.942	4.34	.963	4.39	.929	4.40	.951	4.36	.986
	cs	3.66	1.071	3.75	1.083	3.78	1.077	3.75	1.097	3.74	1.082
성장	cc	4.23	.962	4.22	.965	4.21	.970	4.26	.927	4.24	.936
	cs	3.47	1.121	3.55	1.109	3.59	1.147	3.60	1.100	3.59	1.124
성숙	cc	4.25	.871	4.26	.857	4.25	.880	4.19	.886	4.23	.889
	cs	3.62	.938	3.65	.887	3.71	.914	3.70	.924	3.71	.945

컨설팅만족 관련 문항의 평균은 약 3.60점 정도로 확인되었다. 설문 문항별 평균을 보면, 모든 설문 문항에서 창업단계의 평균이 가장 큰 것으로 확인되었다. 창업단계에 있는 기업은 사업 경험과 지식이 다소 부족하여 외부 전문가의 컨설팅에 의존한다고 할 수 있다. 성숙단계와 성장단계의 평균을 비교하면, 성숙단계가 성장단계보다 평균값이 약간 더 큰 것으로 확인되었다. 표준편차는 1.0점 정도로 보통 수준의 편차를 갖는 것으로 나타났다.

[표4-14]는 환경요인의 대표역량(pc) 변수 5개의 문항, 외부지원(os) 변수 관련 5개 문항, 조직역량(fc) 변수 4개 문항에 대한 설문 문항별 기술통계를 나타낸 것이다. 대표역량 관련 각 설문 문항의 평균값은 2.9점에서 3.2점 사이의 값을 갖는 것으로 확인된다. 모든 문항은 성숙단계의 평균값이 가장 크고, 다음은 창업단계의 평균값이 성장단계의 평균값보다 더 큰 것으로 나타났다. 대표역량의 표준편차는 모든 문항이 1.1점 정도의 산포를 갖는 것으로 나타났고, 외부지원과 조직역량의 표준편차는 창업단계와 성장단계는 비슷하고, 성숙단계가 약간 작은 것으로 확인되었다.

[표4-14] 환경요인의 성장단계별 기술통계 비교

문항번호	단계	1		2		3		4		5	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
창업	pc	3.13	1.188	3.34	1.180	2.99	1.128	2.96	1.173	3.11	1.154
	os	3.77	1.066	3.99	.987	3.84	1.016	3.83	1.183	4.00	1.111
	fc	3.42	1.056	3.24	1.057	3.15	1.092	3.22	1.106	-	-
성장	pc	2.94	1.153	3.08	1.166	2.77	1.236	2.77	1.186	2.90	1.125
	os	3.63	1.171	3.79	1.108	3.73	1.079	3.77	1.186	3.82	1.163
	fc	3.32	1.084	3.19	1.109	3.24	1.085	3.23	1.088	-	-
성숙	pc	3.16	1.030	3.34	1.048	3.04	.974	3.05	1.002	3.19	.999
	os	3.88	.989	3.92	.911	3.92	.911	3.70	1.158	3.87	1.077
	fc	3.34	.984	3.23	.959	3.25	.957	3.23	.936	-	-

외부지원 관련 설문 문항의 평균이 3.76점~3.90점을 갖는 것으로 확인되었다. os1과 os3 문항은 성숙단계의 평균이 가장 크고, 나머지 문항은 창업단계의 평균이 가장 크다. 이는 정부의 중소기업 지원 정책이 창업기업 위주로 이루어지고 있음을 뒷받침하는 근거라고 볼 수 있다. 성숙단계 기업은 창업단계에서 받은 금융적 지원과 성숙단계에서 받은 고액의 금전적 지원으로 외부지원에 대해 긍정적 응답을 한 것으로 보인다. 표준편차는 모든 응답이 1.0점 수준이나 os5 문항은 표준편차가 약간 큰 값을 가지는 것으로 나타났다.

조직역량 관련 설문 문항의 평균값은 3.21점에서 3.36점까지의 값을 갖는 것으로 확인되었다. 문항별 평균값의 차이가 크지 않고, 창업단계와 성장단계 그리고 성숙단계가 거의 비슷한 평균값을 갖는다. 표준편차도 1.04점으로 4개의 문항이 비슷한 수준으로 확인되었다.

[표4-15]는 수용의도 요인의 도입의도(sw) 관련 5개의 문항과 지속의도(cw) 관련 4개 문항에 대한 문항별 기술통계를 나타낸 것이다. 도입의도 관련 각 설문 문항의 평균값은 3.05점~3.21점의 값을 갖는 것으로 나타났다. 창업단계의 평균값과 성숙단계의 평균값이 비교적 크며, sw1 문항과 sw3 문항은 창업단계의 평균값이 다른 단계보다 더 크고, 나머지 문항은 성숙단계의 평균값이 가장 크다. 표준편차는 5개 문항 모두 비슷한 수준이다.

[표4-15] 수용의도 요인의 성장단계별 기술통계 비교

문항번호		1		2		3		4		5	
단계		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
창업	sw	3.25	1.225	3.19	1.201	3.18	1.187	3.20	1.187	3.10	1.180
	cw	2.50	1.153	—	—	2.31	1.120	2.23	1.056	2.35	1.067
성장	sw	3.12	1.179	3.14	1.249	3.12	1.231	3.14	1.223	2.97	1.204
	cw	2.62	1.074	—	—	2.40	1.019	2.36	1.077	2.40	1.087
성숙	sw	3.17	1.069	3.22	1.128	3.14	1.112	3.30	1.146	3.09	1.079
	cw	2.84	1.051	—	—	2.70	1.021	2.70	1.126	2.66	1.048

지속의도 관련 설문 문항의 평균값은 최소 2.42점에서 최대 2.65점의 값을 갖는 것으로 확인되었다. 문항별 평균값은 다른 잠재변수에 비해 약간 낮은 편이다. 4개 문항 모두 성숙단계의 평균값이 가장 크고, 창업단계 평균값이 가장 작다. 업력이 오래되고 기업 규모가 클수록 도입한 스마트 팩토리 수준을 고도화하거나 지속해서 사용하려는 의도가 커짐을 짐작할 수 있다. 표준편차는 1.1점대의 비슷한 산포를 갖는 것으로 나타났다.

[표4-16]은 경영성과 요인의 비재무성과(jm) 관련 4개의 문항에 대한 설문 문항별 기술통계를 나타낸 것이다. 비재무성과 관련 설문 문항의 평균값은 최소 3.71점에서 최고 3.86점으로 그 차이는 비교적 크지 않은 것으로 확인되었다. 모든 문항은 창업단계의 평균값이 가장 크고, 성숙단계의 평균이 다음으로 크며 성장단계의 평균값이 가장 작은 것으로 나타났다.

[표4-16] 경영성과 요인의 성장단계별 기술통계 비교

성장 단계	jm1		jm2		jm3		jm4	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
창업	3.83	0.93	3.94	0.92	3.82	0.92	3.79	0.97
성장	3.72	0.98	3.75	0.98	3.64	1.01	3.61	1.03
성숙	3.77	0.88	3.91	0.93	3.71	0.99	3.77	0.97

창업단계의 기업은 상대적으로 규모가 작아 스마트 팩토리 도입 효과가 빠르게 나타나 경영성과에 대해 긍정적인 응답을 한 것으로 예상된다. 표준편차는 1.0점에 근접한 수준으로 모든 문항이 비슷한 수준이다.

이상으로 기업 성장단계별 재무적 특성에 대해서 알아보았다. 다음은 기업 성장단계별 3개의 집단 사이에 응답의 차이가 있는지 ANOVA 검정을 통해 확인하였다. ANOVA 검정은 집단 간 분산과 집단 내 분산의 비를 이용하여 검정통계량을 계산하며, 검정통계량은 F분포를 따른다. [표4-17]은 ANOVA 검정 결과 요인별 유의한 변수 현황을 나타낸 것이다. 유의한 변수는 15개로 확인되었다. 창업기업 집단과 비창업기업 집단 사이의 평균 차이가 유의한 변수 6개보다 많다. 유의한 차이가 있는 변수는 생산·운영 요인 4개 변수, 경영 생산성 요인 3개, 의사결정 요인은 유의한 변수가 없으며 환경요인 4개, 스마트 팩토리 수용의도 요인 4개 그리고 경영성과 요인 3개 등이다. 생산·운영 요인은 공장자동화 변수가 4개, 빅데이터 분석은 성장단계별 유의한 차이가 있는 변수는 없는 것으로 나타났다. 경영 생산성 요인은 신사업 생산성이 1개, 프로세스 개선이 2개 변수가 성장단계별 집단 차이가 유의한 것으로 나타났다. 의사결정 요인은 유의한 평균 차이가 있는 변수는 없는 것으로 확인되었다. 환경요인은 대표역량의 4개 변수가 유의한 것으로 나타났으나, 외부지원과 조직역량 등 유의한 변수가 없는 것으로 나타났다. 수용의도 요인은 도입의도는 집단별 차이가 없는 것으로 확인되었고, 지속의도에 대해서는 4개 변수가 성장단계별 집단 차이가 유의한 것으로 나타났다. 경영성과 요인은 성장단계별 집단 차이가 유의한 변수가 없는 것으로 확인되었다.

[표4-17] 성장단계별 ANOVA 검정 결과

요인	유의한 변수	개수
생산·운영	at1, at2, at4, at6	4
경영 생산성	nb2, pi3, pi5	3
환경	pc2, pc3, pc4, pc5	4
수용의도	cw1, cw3, cw4, cw5	4

성장단계별 집단 차이에 대한 ANOVA 검정 결과 공장자동화, 프로세스 개선

정도, 스마트 팩토리 도입과 관련한 대표자 역량, 지속사용의도 및 경영성과는 창업기업 집단, 성장기업 집단 그리고 성숙기업 집단에 따라 차이가 있음을 확인 할 수 있다.

ANOVA 검정은 3개 이상의 집단 사이의 차이를 검정하는 것으로 3개 이상의 집단 중 어느 두 개의 집단 간 평균 차이가 있어도 귀무가설이 기각된다. 3개 이상의 다중 집단 사이의 평균 차이가 적은 경우라도 귀무가설이 기각되지 않는 경우가 있다. 따라서 그룹 내에서 각각 2개의 집단 간에 차이가 있는지 확인할 필요가 있다. 이를 위해 다중비교(multiple comparisons)를 하는 데 3개 집단의 분산이 등분산인 경우와 이분산인 경우에 따라 검정 방법이 달라진다. 등분산인 경우 Scheffe, Bonferroni, Duncan, LSD, Turkey 검정 등을 실시하고, 이분산인 경우 Games-Howell, Tamhane-C, Dunnett 검정 등을 실시한다. 각 문항에 대해서 3개의 집단이 있고, 이들 3개의 집단에서 2개의 집단을 비교하므로 한 변수에 대해 3개의 비교를 실시한다. 창업단계와 성장단계, 창업단계와 성숙단계 그리고 성장단계와 성숙단계의 비교가 이루어진다. 54개 문항에 대해서 162회 비교가 이루어진다. 등분산은 Levene 검정으로 확인하며, 검정결과 유의수준 10%에서 생산·운영 요인 1개, 경영생산성 요인 8개, 의사결정 요인 5개, 환경요인 6개, 수용의도 요인 1개 등 모두 21개 문항이 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 이들 21개 문항은 Games-Howell 검정을 적용하고, 나머지는 Bonferroni 검정을 적용한다.

[표4-18]은 다중비교 결과 집단 사이의 유의한 비교를 나타낸 것이다. 유의수준 10%에서 유의한 비교는 18개 비교로, 생산·운영 요인은 공장자동화가 4 관측변수에 대해 5개의 집단 비교가 유의한 것으로 나타났다. 경영 생산성 요인은 신사업 생산성 1개 변수, 프로세스 개선 3개 변수 등 4개 변수에 대해 4개의 집단 비교가 유의한 것으로 나타났다. 의사결정 요인은 유의한 비교가 없으며, 환경요인은 대표역량 3개 변수에 대해 3개의 집단 비교가 유의한 것으로 나타났다. 수용의도 요인은 지속의도의 4개 변수에 대해 6개의 집단 비교가 유의한 것으로 나타났다. 마지막으로 경영성과 요인은 유의한 비교가 없는 것으로 나타났다. 18개 유의한 비교 중 창업단계와 성장단계 두 집단 사이가 유의한 비교는 1개이고, 창업단계와 성숙단계 두 집단 사이가 유의한

비교는 4개이며 성장단계와 성숙단계의 두 집단 사이가 유의한 비교는 13개에 해당하는 것으로 확인되었다.

[표4-18] 기업 성장단계별 다중비교 검정 결과

요인	변수	집단	개수
생산·운영	at1	성장단계-성숙단계	5
	at2	창업단계-성숙단계 성장단계-성숙단계	
	at4	성장단계-성숙단계	
	at6	성장단계-성숙단계	
경영 생산성	nb2	성장단계-성숙단계	4
	pi3	성장단계-성숙단계	
	pi5	성장단계-성숙단계	
	pi6	성장단계-성숙단계	
환경	pc3	성장단계-성숙단계	3
	pc4	성장단계-성숙단계	
	pc5	성장단계-성숙단계	
수용의도	cw1	창업단계-성숙단계	6
	cw3	창업단계-성숙단계 성장단계-성숙단계	
	cw4	창업단계-성숙단계 성장단계-성숙단계	
	cw5	창업단계-성장단계	

스마트 팩토리 수용의도에 영향을 줄 것으로 예상되는 설명변수에 대하여 성장단계 기업과 성숙단계 기업 사이에 응답 차이가 비교적 많고, 특히 생산·운영 요인의 공장자동화, 경영 생산성 요인의 프로세스 개선 그리고 환경요인의 대표역량 등과 관련한 변수에 있어서 응답 차이가 있는 것으로 확인되었다. 창업단계 기업과 성장단계 및 성숙단계 기업 사이의 응답 차이는 수용의도 요인의 지속의도 그리고 경영성과 요인 등과 관련한 변수에 있어서 응답 차이가 있는 것으로 나타났다.

4) 스마트 팩토리 구축단계 특성 및 집단 비교

‘민관합동 스마트 팩토리 추진단’은 스마트 팩토리 성숙도를 ICT 미적용, 기초단계, 중간1단계, 중간2단계, 고도화단계 등 5단계로 구분하였다. 4차 산업혁명 시대에 접어들면서 중소기업들의 경쟁력 확보에 일조하기 위해 설립된 한국인더스트리 4.0협회는 스마트 팩토리 성숙도를 미준비, 준비, 측정, 관리, 통합, 통찰, 똑똑한 Smart 등 7단계로 구분하였다(나형배, 2018). ‘민관합동 스마트 팩토리 추진단’에서 정의한 각 수준별 정의는 [표4-19]에서 보는 바와 같다. 산업통상자원부는 2016년 스마트 팩토리 구축 수준별 조사에서 기초단계가 81.2%, 중간1단계가 16.2% 그리고 중간2단계가 2.6%로 응답했다고 밝혔다.

[표4-19] 스마트 팩토리 수준별 정의

구 분	수준의 정의
고도화단계	•사물과 서비스를 IoT/IoS 화 하여 사물, 서비스, 비즈니스 모듈 간의 실시간 대화 체제를 구축하고, 사이버 공간상에서 비즈니스를 실현하는 수준
중간2단계	•모기업과 공급사슬 관련 정보 및 엔지니어링 정보를 공유하며, 글로벌 계획 최적화와 제어 자동화를 기반으로 실시간 기업경영(RTE: Real Time Enterprise)을 달성하는 수준
중간1단계	•설비정보를 최대한 자동으로 획득하고 모기업과 신뢰성 높은 정보를 공유하여 기업운영의 자동화를 지향하는 수준
기초수준	•기초적 ICT 활용하여 생산 일부 분야의 정보를 수집/활용하고, 모기업 인프라 활용 등을 통하여 최소비용으로 자사의 정보시스템을 구축하는 수준
ICT미적용	•현장 자동화, 공장 운영, 자원관리, 제품개발 등을 엑셀(EXCEL) 등 수작업으로 수행하고, 시스템을 갖추지 않은 상태이며, 공급사슬 관리도 전화와 이메일로 협업하는 수준

출처 : ‘민관합동 스마트 팩토리 추진단’

중소기업 경영자는 스마트 팩토리를 도입할 때 새롭게 공장을 신축하는 것이 아니라 기존 제조 공장의 자동화 연장선상에서 순차적으로 스마트 팩토리를 구축하기를 원한다(박제선, 2019). 이는 한 번에 높은 수준의 스마트 팩

토리를 도입하기 위해서는 많은 자금과 전문 인력 그리고 시간이 필요하기 때문이다. 또한 직원들의 새로운 시스템 도입에 대한 심리적 불안이나 저항도 고려해야 하고, 많은 자금을 투입하여 빠른 시간 내에 가시적인 성과를 도출할 수 있는지에 대한 불확실성과 공장의 가동 중지 기간을 짧게 하기 위한 것도 순차적 도입의 이유라고 할 수 있다. 본 연구에서는 중소제조기업의 이러한 스마트 팩토리 도입에 대한 상황을 반영하여 스마트 팩토리 추진단계를 기초1단계와 기초2단계로 세분화하였고, 나머지 단계는 중간1단계, 중간2단계, 고도화단계 등으로 구분하였다. 그리고 스마트 팩토리를 이미 도입한 기업을 연구대상으로 하기 때문에 ‘ICT 미적용’ 단계는 포함하지 않았다. 스마트 팩토리 구축단계 및 추진에 대한 상세한 내용은 [표4-20]에서 보는 바와 같다.

[표4-20] 스마트 팩토리 추진단계별 수준 정의

단계	스마트 팩토리 단계별 추진 내용
고도화단계	•제어 자동화, 디지털식별이 결합된 IoT 형 자동화/사물/서비스/비즈니스/모듈 간 실시간 대화체제 구축, 사이버공간 비즈니스 실현
중간2단계	•설비제어 자동화/협력사와 공급사슬/엔지니어링 정보공유, 제어자동화 기반 공정 운영 최적화, 실시간 의사결정
중간1단계	•설비 실시간 데이터 수집, 다양한 ICT 활용한 설비정보 자동 획득, 협력사와 신뢰성 정보 공유, 기업운영 자동화 지향
기초2단계	•스마트 생산실적 집계, 바코드 시스템을 통한 공정물류관리(POP) 및 데이터 분석
기초1단계	•전통제조 방식과 다른 IT 기술을 활용한 기초 자료수집, 자료 분석 등 수행 •기초적 ICT를 활용한 정보수집 및 이를 활용한 생산관리 구현

[표4-21]은 스마트 팩토리 추진단계별 현황을 나타낸 것이다. 설문에 응답한 기업 중 스마트 팩토리 미적용이라고 응답한 기업은 분석대상에서 제외하였다. 응답 기업 중 스마트 팩토리 ‘기초1단계’라고 응답한 기업이 전체의 54.9%로 다수를 차지하였다. ‘기초2단계’라고 응답한 기업은 25.6%로 ‘기초1단계’와 ‘기초2단계’에 해당한다고 응답한 기업은 전체의 80.5%로 10개 기업 중 8개는 기초단계에 해당한다고 응답하였다. ‘중간1단계’라고 응답한 기업은

전체의 14.9%였고, ‘중간2단계’라고 응답한 기업은 전체 응답 기업의 4.7%를 차지하였다.

[표4-21] 스마트 팩토리 추진단계별 현황

구 분		기초1단계	기초2단계	중간1단계	중간2단계	총계
창업단계	빈도	86	42	16	11	155
	비율	55.5%	27.1%	10.3%	7.1%	34.4%
성장단계	빈도	96	32	20	6	154
	비율	62.3%	20.8%	13.0%	3.9%	34.2%
성숙단계	빈도	65	41	31	4	141
	비율	46.1%	29.1%	22.0%	2.8%	31.3%
총계	총계	247	115	67	21	450
	비율	54.9%	25.6%	14.9%	4.7%	100.0%

한편, 스마트 팩토리 추진단계가 ‘고도화’라고 응답한 기업은 없었다. 성장단계별 현황을 보면, 창업단계는 기초단계 82.6%, 중간단계 17.4%였다. 성장단계는 기초단계 83.1%, 중간단계가 16.9%이며 성숙단계는 기초단계 75.2%, 중간단계가 24.8%였다. 창업 및 성장단계는 기초와 중간단계의 비율이 비슷하고, 성숙단계는 중간단계의 비율이 7% 이상 높다. 중간2단계는 창업단계가 성장·성숙단계보다 비율이 더 높은데 이는 비창업기업은 스마트 팩토리를 기초단계부터 순차적으로 구축하지만, 창업기업은 공장을 신축할 때 보다 고도화된 스마트 팩토리를 구축하기 때문인 것으로 추정된다.

스마트 팩토리 추진 4단계에 해당하는 기업 집단에 대하여 각 설문 항목에 대하여 특성을 분석하고, 집단별 평균 차이가 있는지 ANOVA 검정을 하였다. 설문 문항 54개에 대하여 스마트 팩토리 구축단계별 4개 집단에 대한 특성을 파악하고, 집단 사이의 평균 차이가 있는지 ANOVA 검정을 실시하였다. 먼저 집단별 기술통계를 비교·분석하였다.

[표4-22]는 생산·운영 요인의 공장자동화(at) 관련 5개 문항과 빅데이터 분석(bd) 관련 4개 문항에 대한 문항별 기술통계를 나타낸 것이다.

[표4-22] 생산·운영 요인의 구축단계별 기술통계 비교

문항번호		1		2		3		4		6	
단계		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
기초1	at	1.38	0.68	1.51	0.76	1.38	0.70	1.42	0.72	1.44	0.73
	bd	3.71	1.15	3.72	1.14	3.75	1.12	-	-	-	-
기초2	at	1.87	0.86	2.18	0.91	1.91	0.84	1.97	0.87	2.03	0.95
	bd	3.76	1.11	3.78	1.03	3.79	1.01	-	-	-	-
중간1	at	2.19	1.05	2.64	1.04	2.28	0.97	2.42	0.96	2.45	0.93
	bd	3.96	0.88	3.85	1.03	3.84	1.01	-	-	-	-
중간2	at	3.33	1.59	3.48	1.57	3.29	1.49	3.19	1.47	3.29	1.45
	bd	3.76	1.26	3.81	1.29	3.76	1.26	-	-	-	-

공장자동화 관련 문항은 at1 문항은 구축단계가 높아질수록 평균 및 표준편차가 증가하는 추세를 보인다. 나머지 문항들 역시 구축단계가 높아질수록 평균 및 표준편차가 커진다. 이는 구축단계가 고도화될수록 평균 점수가 높아질 것이라는 기대와 일치한다. 기초단계의 평균은 1점과 2점에 가까운 값을 가지고, 중간1단계는 2점과 3점 사이의 평균값을 가진다. 중간2단계는 3점에 가까운 평균값을 갖는다. 빅데이터 분석 관련 문항은 구축단계의 평균값은 기초단계와 중간단계가 비슷한 값을 가지고 중간단계가 약간 더 높은 평균값을 갖는 것으로 나타난다. 중간단계는 bd1부터 bd3까지 문항은 중간2단계 보다 중간1단계 평균값이 더 큰 평균값을 갖는 것으로 확인된다. 문항별 평균은 bd1, bd2, bd3은 3.76점에서 3.77점 사이의 비슷한 크기의 평균값을 갖는 것으로 확인되었다. 표준편차는 대부분의 문항에서 비슷한 값을 갖는다.

[표4-23]은 경영 생산성 요인의 신사업 생산성(nb) 관련 3개 문항과 프로세스 개선(pi) 관련 5개 문항에 대한 문항별 기술통계를 나타낸 것이다. 신사업 생산성 관련 문항은 기초1단계와 기초2단계의 평균값이 작고 중간단계로 올라갈수록 평균값이 커지는 추세를 보여주고 있다. 3개의 문항에 대한 평균값도 구축단계별로 비슷한 값을 가지는 것으로 확인된다. 그러나 평균값은 다른 요인의 평균값에 비해 다소 작은 값을 갖는 것을 알 수 있다.

[표4-23] 경영생산 요인의 구축단계별 기술통계 비교

문항번호		1		2		3		5		6	
단계		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
기초1	nb	2.37	1.29	2.46	1.36	2.40	1.35	—	—	—	—
	pi	3.67	1.26	3.75	1.25	3.40	1.27	3.38	1.27	3.45	1.27
기초2	nb	2.82	1.20	3.09	1.20	2.86	1.16	—	—	—	—
	pi	3.77	1.08	3.83	1.09	3.70	1.13	3.63	1.10	3.61	1.13
중간1	nb	3.00	1.17	3.28	1.17	3.07	1.19	—	—	—	—
	pi	3.79	1.08	3.90	1.06	3.75	0.99	3.58	1.00	3.70	1.03
중간2	nb	3.71	1.52	3.81	1.50	3.62	1.60	—	—	—	—
	pi	3.81	1.37	3.95	1.28	3.90	1.34	3.95	1.36	3.95	1.24

프로세스 개선 관련 문항은 pi1과 pi2의 평균이 다른 문항보다 크며 이는 구축 수준이 고도화될수록 평균도 커지는 추세에 있음을 알 수 있다. 또한 기초 단계의 평균이 다른 요인들의 평균에 비해 비교적 큰 값을 갖는다.

[표4-24]은 의사결정 요인의 컨설턴트역량(cc) 관련 5개 문항과 컨설팅만족(cs) 관련 5개 문항에 대한 문항별 기술통계를 나타낸 것이다.

[표4-24] 의사결정 요인의 구축단계별 기술통계 비교

문항번호		1		2		3		4		5	
단계		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
기초1	cc	4.30	1.00	4.30	0.90	4.30	0.90	4.30	0.90	4.3	1.00
	cs	3.55	1.07	3.62	1.07	3.68	1.08	3.65	1.08	3.65	1.08
기초2	cc	4.30	0.90	4.30	0.90	4.30	0.90	4.30	0.90	4.20	0.90
	cs	3.55	0.97	3.60	0.97	3.66	0.99	3.64	0.98	3.60	0.99
중간1	cc	4.30	0.80	4.30	0.8	4.20	0.90	4.30	0.80	4.30	0.90
	cs	3.67	1.02	3.78	0.92	3.72	0.97	3.78	0.92	3.84	0.95
중간2	cc	4.40	1.10	4.30	1.20	4.40	1.10	4.30	1.20	4.30	1.20
	cs	3.95	1.28	3.90	1.34	3.90	1.38	3.95	1.40	3.95	1.40

컨설팅트역량 관련 문항은 기초단계, 중단단계 모두 평균이 4점을 넘는 높은 값을 갖는 특성이 있다. 5개 문항 모두 응답 평균이 4.29로 비슷하며, 대부분 문항에서 중간1단계의 평균이 약간 작은 것으로 나타났다. 컨설팅만족 관련 문항은 컨설팅트역량 만큼 평균값이 높지 않으나 다른 문항에 비해 높은 평균값을 갖는다. cs1의 평균값이 가장 작고, 나머지 4개 문항의 평균값은 서로 비슷하다. 기초1단계와 기초2단계의 평균값은 모든 문항에서 서로 비슷한 평균값을 갖고, 중간1단계보다 중간2단계가 더 높은 평균값을 갖는 것을 알 수 있다. 표준편차는 기초1단계와 중간2단계가 기초2단계 및 중간1단계보다 크다는 것을 알 수 있고, 중간2단계의 표준편차가 가장 커 응답의 분포가 크다는 것을 확인할 수 있다.

[표4-25]은 환경요인의 대표역량(pc), 외부지원(os) 관련 각 5개 문항 그리고 조직역량(fc) 관련 4개 문항에 대한 문항별 기술통계를 나타낸 것이다.

[표4-25] 환경요인의 구축단계별 기술통계 비교

문항번호		1		2		3		4		5	
단계		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
기초1	pc	2.87	1.16	3.03	1.18	2.64	1.14	2.65	1.13	2.83	1.13
	os	3.70	1.11	3.85	1.06	3.79	1.04	3.73	1.22	3.82	1.16
	fc	3.17	1.12	3.02	1.13	3.02	1.12	3.04	1.11	—	—
기초2	pc	3.15	0.95	3.39	1.01	3.17	0.95	3.17	0.98	3.25	0.96
	os	3.76	1.01	3.97	0.91	3.83	0.92	3.72	1.11	3.90	1.06
	fc	3.46	0.91	3.30	0.86	3.24	0.86	3.25	0.92	—	—
중간1	pc	3.46	1.01	3.63	0.92	3.31	0.96	3.28	0.98	3.42	0.91
	os	3.97	0.95	4.00	0.91	4.00	0.91	3.97	1.04	4.09	0.98
	fc	3.70	0.84	3.58	0.86	3.60	0.89	3.61	0.85	—	—
중간2	pc	3.81	1.47	3.86	1.35	3.71	1.35	3.67	1.43	3.62	1.36
	os	3.81	1.47	3.81	1.29	3.71	1.35	3.86	1.39	4.14	1.28
	fc	4.05	0.67	4.00	0.71	4.00	0.84	3.95	0.87	—	—

대표역량 관련 문항은 기초단계, 중단단계로 단계가 올라갈수록 평균값이

긍정적인 응답을 하는 이상적인 형태를 보인다. 기초1단계는 평균이 2점 중 후반 또는 3점 초반의 평균값을 가지고, 기초2단계는 3점 초반 또는 3점 중반에 가까운 평균값을 가지는 것을 알 수 있다. 기초1단계보다 기초2단계 평균값이 더 큰 값을 갖는다. 표준편차는 각 문항이 비슷한 수준을 보이고, 구축단계가 높을수록 표준편차가 약간 큰 값을 갖는 것을 확인할 수 있다. 문항 전체 평균값을 보면, pc2의 평균이 가장 크고 pc3과 pc4의 평균값이 작다. 외부지원 관련 문항은 기초1단계보다 기초2단계가 더 큰 평균값을 갖는다. 중간1단계의 평균값은 기초1단계와 기초2단계 보다 더 큰 값을 갖지만 중간2단계의 평균값은 기초1단계와 기초2단계 보다 작다. 기초단계의 도입에서 정부지원을 받은 기업이 중간단계에서 추가적인 금전적 또는 비금전적 외부 지원에 대해 다소 부정적이라는 것을 반영한 것으로 추정된다. 중간2단계는 기초단계 또는 중간1단계의 구축을 더욱 고도화하고 이를 통한 생산성 향상 등 스마트 팩토리 구축 성과를 확대하기 위해 자체 자금으로 고도화하려는 것으로 추정해 볼 수 있다. 표준편차는 모든 항목이 비슷하다. 조직역량 관련 문항은 fc1의 평균이 가장 크고, 나머지 3개의 문항은 평균이 비슷하다. 4개의 모든 문항의 구축단계가 기초단계에서 중간단계로 올라갈수록 평균값이 증가하는 분포를 하고 있다. 기초1단계보다 기초2단계의 평균값이 더 크고, 중간1단계보다 중간2단계의 평균값이 더 크다. 기초단계보다 중간단계의 평균값이 더 크다. 각 문항의 표준편차는 1.04점 정도의 수준으로 비교적 안정적인 분포를 가지고 있으며, fc4의 표준편차가 가장 크다.

[표4-26]는 수용의도 요인의 도입의도(sw) 5개 문항과 수용의도(cw) 4개 문항에 대한 문항별 기술통계를 나타낸 것이다. 도입의도 관련 문항은 sw1과 sw2의 평균이 같고, sw3의 평균은 약간 작지만 비슷한 수준이다. sw4의 평균이 가장 크고 sw5의 평균이 가장 작다. 모든 문항에서 스마트 팩토리 구축단계가 높아질수록 평균이 올라간다는 것을 확인할 수 있다. 이는 스마트 팩토리 도입의도가 클수록 보다 높은 단계의 스마트 팩토리를 도입한다는 것을 나타낸다. 가장 낮은 스마트 팩토리 구축단계인 기초1단계와 가장 높은 구축단계인 중간2단계는 평균 차이가 거의 1점에 가까워 도입의도가 스마트 팩토리 구축에 미치는 영향이 크다는 것을 보여준다. 표준편차는 문항별로 약간의

차이가 있는 것으로 확인되며 sw2와 sw4의 표준편차가 상대적으로 크고, sw5의 표준편차가 가장 작다.

[표4-26] 수용의도 요인의 구축단계별 기술통계 비교

문항번호		1		2		3		4		5	
단계		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
기초1	sw	2.91	1.22	2.93	1.26	2.91	1.26	2.93	1.26	2.82	1.22
	cw	2.22	1.04	-	-	2.09	1.00	1.98	0.96	2.02	0.99
기초2	sw	3.47	0.96	3.41	1.01	3.37	0.99	3.46	0.91	3.26	0.98
	cw	2.90	0.87	-	-	2.59	0.88	2.61	0.86	2.74	0.79
중간1	sw	3.51	0.94	3.52	0.89	3.43	0.93	3.64	0.98	3.42	0.91
	cw	3.34	0.77	-	-	3.10	0.74	3.28	0.85	3.16	0.77
중간2	sw	3.76	1.26	3.90	1.38	3.86	1.15	3.81	1.40	3.52	1.40
	cw	4.10	1.09	-	-	4.00	1.18	3.90	1.38	3.95	1.24

지속의도 관련 문항은 응답의 평균값이 기초1단계보다 기초2단계가 더 높은 것으로 확인된다. 그리고 중간1단계보다 중간2단계의 평균이 더 높다. 이는 구축단계가 올라갈수록 스마트 팩토리를 지속적으로 이용할 의지가 강해짐을 의미한다. 스마트 팩토리 도입으로 기존과 다른 생산방식과 품질 향상 등 경영성과가 나타남에 따라 각 구축단계별로 스마트 팩토리를 계속 유지하려는 의지가 강해진다고 추정할 수 있다. cw1의 평균값이 가장 높고 나머지 3개의 문항은 평균값이 거의 비슷한 수준이다. 표준편차도 1점에 가까운 값을 가져 대체로 안정적인 분포를 가짐을 알 수 있다.

[표4-27]은 경영성과 요인의 비재무성과(jm) 관련 4개 문항에 대한 문항별 기술통계를 나타낸 것이다. 비재무성과 관련 문항은 기초1단계에서 중간1단계까지는 단계가 올라갈수록 평균값이 커지는 추세를 보이나, 중간1단계는 기초2단계보다 평균이 작다. 문항별 평균값은 비슷한 수준이나 jm2의 평균이 3.86으로 가장 크다. 중간2단계는 기초1단계보다 평균 차이가 비교적 큰 편이며, 표준편차는 중간2단계가 가장 크고 중간1단계가 가장 작은 편이다.

[표4-27] 경영성과 요인의 구축단계별 기술통계 비교

구축 단계	jm1		jm2		jm3		jm4	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
기초1	3.69	0.98	3.79	1.00	3.64	1.05	3.66	1.06
기초2	3.89	0.84	3.96	0.84	3.86	0.83	3.80	0.95
중간1	3.78	0.79	3.85	0.82	3.70	0.84	3.78	0.81
중간2	4.14	1.11	4.19	1.12	4.10	1.14	3.90	1.00

이상에서 살펴본 스마트 팩토리 구축단계별 기술통계에 대한 분석 결과를 바탕으로 구축단계별 집단 사이의 차이가 있는지 ANOVA 검정을 실시하였다. [표4-28]은 ANOVA 검정 결과 유의한 설문 문항을 나타낸 것이다. 구축단계별 집단 사이의 평균 차이가 유의한 변수는 모두 30개로 확인되었다. 구축집단 사이의 차이가 유의한 변수들을 요인별로 보면, 생산·운영 요인 5개 변수, 경영 생산성 요인 5개, 의사결정 요인은 없으며 환경요인 9개, 수용의도 요인 9개, 경영성과 요인 2개 등으로 나타났다.

[표4-28] 구축단계별 ANOVA 검정 결과

요 인	유의한 비율	개수
생산·운영	at1, at2, at3, at4, at6	5
경영 생산성	nb1, nb2, nb3, pi3, pi5	5
환경	pc1, pc2, pc3, pc4, pc5 fc1, fc2, fc3, fc4	9
수용의도	sw1, sw2, sw3, sw4, sw5 cw1, cw3, cw4, cw5	9
경영성과	jm1, jm3	2

ANOVA 검정은 4개의 집단 간 차이를 검정하는 것으로 4개의 집단 중 어느 두 개의 집단 간 평균 차이가 통계적으로 유의한 경우도 있어 그룹 내에서 각각 2개의 집단 간에 차이에 대한 다중비교(multiple comparisons)를 하였다. 다중비교는 집단 간 분산이 등분산인 경우 Bonferroni 검정을 하고, 이분산인 경우 Games-Howell 검정을 적용한다. 분산의 동질성 검정을 위해

Levene 검정을 한 결과 유의수준 10%에서 17개 설문 문항이 유의한 것으로 확인되었다. 이를 요인별로 보면, 생산·운영 요인 bd2, bd3 등 2개, 경영 생산성 요인 pi1, pi2 등 2개, 의사결정 요인 cc1, cc2, cc3, cc4, cc5, cs1, cs2, cs3, cs4, cs5 등 10개, 환경요인 pc2, os5 등 2개 그리고 수용의도 요인 cw4 1개, 경영성과 요인 4개로 확인되었다.

[표4-29]는 다중비교 결과를 나타낸 것이다. 설문 문항의 110개의 비교가 유의한 것으로 나타났다. 생산·운영 요인의 공장자동화는 5개 설문 문항에 대해 27개 비교가 유의한 것으로 확인되었다. 빅데이터 분석은 유의한 비교가 없으며, 경영 생산성 요인의 신사업 생산성은 4개 설문 문항에 대해 9개 비교가 유의한 것으로 나타났다. 프로세스 개선은 5개 설문 문항에 대해 1개 비교가 유의한 것으로 나타났다.

[표4-29] 구축단계별 다중비교 검정 결과

범주	잠재변수	설문 문항(유의한 비교)	개수
생산 · 운영	공장자동화	at1(5), at2(5), at3(6), at4(5), at6(6)	27
경영생산	신사업	nb1(3), nb2(3), nb3(3)	9
	프로세스	pi3(1)	1
환경요인	대표역량	pc1(3), pc2(3), pc3(3), pc4(3), pc5(3)	15
	조직역량	fc1(4), fc2(4), fc3(4), fc4(4)	16
수용의도	도입의도	sw1(3), sw2(3), sw3(3), sw4(3), sw5(2)	14
	지속의도	cw1(6), cw3(6), cw4(6), cw5(6)	24

의사결정 요인의 컨설턴트역량 및 컨설팅만족은 유의한 비교가 없으며, 환경 요인 중 대표역량은 5개 설문 문항에 대해 15개 비교가 유의한 것으로 나타났다. 외부지원은 유의한 비교가 없으며, 조직역량은 4개 설문 문항에 대해 16개 비교가 유의한 것으로 나타났다. 수용의도 요인의 도입의도는 5개 설문 문항에 대해 14개의 비교가 유의한 것으로 나타났다. 지속의도는 4개 설문 문항에 대해 24개 비교 모두가 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 경영성과요인의 비재무성과는 유의한 비교가 없는 것으로 나타났다. 전체적으로 볼

때, 컨설팅트역량, 컨설팅만족, 외부지원, 비재무성과는 스마트 팩토리 구축단계별 집단 간 평균 차이가 거의 없다고 할 수 있다. 스마트 팩토리 지속의도는 전체 비교에서 각 구축단계별 유의한 평균 차이가 있는 것으로 확인되었다.

5) 기업특성 분석 결과

설문 문항 54개에 대하여 창업 여부 2개 집단, 기업 성장단계 3개 집단 그리고 스마트 팩토리 구축단계 4개 집단의 특성을 비교 및 분석하고 집단의 차이에 대한 가설검정을 하였다. 창업·비창업기업 특성을 보면, 응답 평균 차이가 0.15점 이상인 설문 문항은 컨설팅트역량은 cc1, cc3, cc4, 컨설팅만족은 cs2, 대표역량은 pc2, 외부지원은 os5, 지속의도는 cw1, cw3, cw4, cw5 등이다. 지속의도는 모든 설문 문항의 평균 차이가 0.15점 이상이며 다른 문항에 비해 차이가 큰 것으로 나타났다. 지속의도는 창업기업의 응답 평균이 비창업기업의 응답 평균이 더 큰 것으로 확인되었다. 이는 창업기업은 스마트 팩토리를 지속해서 운영하거나 수준을 업그레이드하려는 의도가 강하다고 할 수 있다. 성장단계의 특성을 보면, 창업단계, 성장단계, 성숙단계 집단별 응답 평균에 대해 최댓값과 최솟값의 차이가 0.2점 이상인 잠재변수는 공장자동화, 신사업 생산성, 대표역량, 외부지원, 지속의도 등 5개다. 이들 5개 변수에 대해서는 기업의 성장단계별 설문 응답에서 차이가 상대적으로 크게 존재한다. 스마트 팩토리 구축단계의 특성을 보면, 구축단계에 대한 집단별 응답 평균에 대해 최댓값과 최솟값의 차이가 0.3점 이상인 잠재변수는 공장자동화, 신사업 생산성, 컨설팅만족, 대표역량, 조직역량, 도입의도, 지속의도 등 7개다. 이들 잠재변수는 구축단계별로 설문에 대한 응답의 차이가 크다고 할 수 있다. 설문 문항에 대해 기초1단계보다 중간2단계의 응답 평균이 크고, 더 긍정적으로 응답하였다.

[표4-30]은 기업 특성별 집단 차이에 대한 가설검정 결과를 요약한 것이다. 집단 차이에 대한 가설검정 결과를 보면, 설문 자료는 창업 여부 6개 문항, 성장단계 15개 문항, 구축단계 30개 문항이 유의한 것으로 나타났다.

[표4-30] 기업 특성별 집단 차이 가설검정 결과

구 분	설문자료	개수
창업여부	cc1, cc3, cc4, cw1, cw3, cw4	6
성장단계	at1, at2, at4, at6, nb2, pi3, pi5, pc2, pc3, pc4, pc5, cw1, cw3, cw4, cw5	15
구축단계	at1, at2, at3, at4, at6, nb1, nb2, nb3, pi3, pi5, pc1, pc2, pc3, pc4, pc5, fc1, fc2, fc3, fc4, sw1, sw2, sw3, sw4, sw5, cw1, cw3, cw4, cw5, jml, jml3	30

구축단계가 성장단계 또는 창업 여부 보다 유의한 설문 문항이 많은 이유는 집단의 수가 4개로 가장 많기 때문이다. 평균 차이 검정은 다수의 집단이 있는 경우 어느 두 집단에 대한 평균 차이가 크면 가설검정은 집단의 평균 차이가 유의한 것으로 나타나기 때문이다.

제 2 절 요인분석 및 측정모형 분석

1) 탐색적 요인분석 및 신뢰도 검증

탐색적 요인분석을 통해 연구 모형과 관련된 구성개념이 측정변수들에 의해 설명되는 정도를 분석한다. 설문자료의 구성변수는 최초 선행연구를 바탕으로 연구 모형을 설계하고 설문지를 구성한 후 파일럿 테스트(Pilot Test)를 거쳐 수정 및 보완하였다. 생산·운영 요인은 공장자동화, 빅데이터 분석을 잠재변수로 갖고, 경영 생산성 요인은 신사업 생산성과 프로세스 개선을 잠재변수로 가지며, 의사결정 요인은 컨설턴트역량 및 컨설팅만족을 잠재변수로 갖는다. 환경요인은 대표역량, 외부지원, 조직역량을 잠재변수로 갖는다. 스마트 팩토리 수용의도 요인은 도입의도 및 지속의도를 잠재변수로 갖고, 경영성과는 비재무성을 잠재변수로 갖는다. 설명변수는 공장자동화, 빅데이터 분석, 신사업 생산성, 프로세스 개선, 컨설턴트역량, 컨설팅성과, 대표역량, 외부지원, 조직역량 등 9개 잠재변수로 구성되었고, 매개변수는 도입의도, 지속의도 그리고 반응변수는 비재무성과로 구성되어 모두 12개의 잠재변수로 구성하였다.

탐색적 요인분석에서 요인 추출은 주성분 분석(Principal Component Analysis: PCA)을 이용하였고, 변수와 요인의 상관계수인 요인 적재값(factor loading value)의 명확한 분류 및 단순화를 위해 직교회전 방식인 배리맥스(Varimax) 회전방법을 적용하였다. 요인 수는 개별 요인으로 설명할 수 있는 분산 합인 회전 고유향가(eigen value)와 설명변수와 반응변수의 범주를 고려하여 선택하였다. 관측변수 59개에 대하여 탐색적 요인분석을 실시한 결과 요인 수는 12개로 선택되었다. 관측변수에 대한 표본의 적합도를 나타내는 KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) 값 0.936으로 적합기준 값 0.70이상 값을 가져 표본 적합도 기준을 충족하였다. 또한 요인분석에 사용될 변수들의 상관행렬이 단위행렬 여부를 확인하기 위해 Bartlett 구형성 검정을 실시하였다. 변수들의 행렬이 단위행렬이면 상호 독립적이며 변수 간의 상관이 없음을 의미한다. 귀무가설은 “상관행렬이 단위행렬로 일정한 형태의 패턴을 가지지 않는다.”이다. Bartlett 구형성 검정은 검정통계량 $\chi^2=31088.76$ 이고 $p=0.00$ 으로 귀무가설이 기각되어 “상관행렬은 단위행렬이 아니다.”라고 결론 내릴 수 있

다. 공통성(communality)은 추출된 요인에 의해 설명되는 비율을 의미하며 통상 0.5이하면 낮은 것으로 평가한다. 문항 at5, bd5, cw2는 공통성이 각각 0.429, 0.438, 0.336으로 0.5이하로 낮아서 제외하였고, bd4, pi4는 빅데이터 분석과 프로세스 개선의 잠재변수에 묶이지 않아 제외하였다. 이들 5개 관측변수를 제외한 결과 공통성은 모두 0.5를 초과(최솟값 .721)하고, 요인적재값(factor loading)도 0.5를 초과하여 잠재변수 구성은 적절한 것으로 나타났다. [표4-31]은 5개 관측변수를 제외한 탐색적 요인분석 결과로 KMO는 0.94로 전과 동일하고 Bartlett 검정통계량 $\chi^2=29914.11$ 이고 $p=0.00$ 으로 관측변수가 요인분석에 적합한 것으로 확인되었다. 선택된 12개의 잠재변수는 전체 변동의 86.07%를 설명하고 있다. 요인적재값의 최솟값은 0.591로 0.5를 초과하여 탐색적 요인분석은 적절한 것으로 결론 내릴 수 있다.

[표4-31] 탐색적 요인분석 결과

관측변수	FL	요인	관측변수	FL	요인	관측변수	FL	요인	관측변수	FL	요인
cc2	0.903	1	sw5	0.801	4	jm3	0.862	7	cw3	0.820	10
cc3	0.896		sw3	0.785		jm1	0.846		cw4	0.801	
cc1	0.895		sw4	0.781		jm2	0.841		cw1	0.799	
cc4	0.879		sw2	0.750		jm4	0.817		cw5	0.769	
cc5	0.873		sw1	0.725							
at1	0.888	2	pi5	0.798	5	fc3	0.839	8	bd2	0.861	11
at3	0.863		pi3	0.789		fc2	0.836		bd3	0.849	
at4	0.852		pi6	0.751		fc4	0.829		bd1	0.822	
at2	0.817		pi2	0.704		fc1	0.722				
at6	0.798		pi1	0.687							
cp4	0.807	3	pc3	0.784	6	os3	0.809	9	nb3	0.819	12
cp2	0.806		pc5	0.773		os2	0.806		nb1	0.811	
cp3	0.794		pc4	0.760		os1	0.641		nb2	0.808	
cp5	0.787		pc1	0.731		os5	0.617				
cp1	0.780		pc2	0.714		os4	0.591				

주) FL : Factor Loading

다음은 세부적 요인에 대한 탐색적 요인분석을 통해 요인분석의 적정성을 확인한다. 전략적 가치 인식은 3개의 요인, 6개의 잠재변수 그리고 26개의 관측변수로 구성되어 있다. 전략적 가치 인식에 대한 탐색적 요인분석 결과 고

웃값 기준 6개의 요인이 추출되었다. KMO 표본적합도는 0.919로 양호하고, Bartlett의 단위행렬 검정은 유의($p < 0.00$)한 것으로 나타나 관측변수가 요인 분석에 적합한 것으로 확인되었다. 6개 요인은 전체 변동의 86.9%를 설명하고 있다. 공통성 및 요인적재값은 모두 0.5를 초과하였다. [표4-32]는 전략적 가치 인식에 대한 탐색적 요인분석 결과를 나타낸 것이다.

[표4-32] 전략적 가치 인식에 대한 탐색적 요인분석 결과

관측변수		성분					
		요인1	요인2	요인3	요인4	요인5	요인6
컨설팅 역량	cc2	0.921					
	cc3	0.915					
	cc1	0.915					
	cc4	0.905					
	cc5	0.902					
컨설팅 만족	cp2		0.855				
	cp5		0.854				
	cp3		0.846				
	cp6		0.836				
	cp1		0.833				
공장자동화	at1			0.901			
	at3			0.897			
	at4			0.894			
	at2			0.877			
	at6			0.831			
프로세스 개선	pi3				0.798		
	pi1				0.786		
	pi4				0.775		
	pi3				0.761		
	pi2				0.755		
빅데이터 분석	bd2					0.873	
	bd3					0.858	
	bd1					0.829	
신사업 생산성	nb3						0.860
	nb2						0.847
	nb1						0.846
고웃값		11.103	4.919	2.437	1.649	1.413	1.084
분산(%)		42.702	18.917	9.373	6.343	5.433	4.171
누적분산(%)		42.702	61.619	70.992	77.335	82.768	86.939
표본 적합성		KMO = 0.919, Bartlett 검정 $p < 0.00$					

[표4-33]은 환경요인에 대한 탐색적 요인분석을 실시한 결과다. 환경요인은 대표역량, 외부지원 그리고 조직역량 3개의 잠재변수 및 14개의 관측변수로 구성되어 있다. 환경 요인에 대한 탐색적 요인분석 결과 고윳값 기준 3개의 요인이 추출되었다. KMO 표본 적합도는 0.896으로 양호하고, Bartlett의 단위행렬 검정은 유의수준 5%에서 유의($p < 0.00$)한 것으로 나타나 관측변수가 요인분석에 적합한 것으로 확인되었다. 3개의 요인은 전체 변동의 82.7%를 설명하고 있다. 공통성과 요인적재값이 모두 0.5를 초과하여 탐색적 요인분석은 적절한 것으로 확인된다.

[표4-33] 환경요인에 대한 탐색적 요인분석 결과

관측변수		성분		
		요인1	요인2	요인3
대표역량	pc3	0.874		
	pc4	0.857		
	pc5	0.850		
	pc1	0.823		
	pc2	0.806		
외부지원	os2		0.874	
	os3		0.873	
	os4		0.819	
	os1		0.818	
	os5		0.814	
조직역량	fc3			0.878
	fc2			0.874
	fc4			0.869
	fc1			0.787
고윳값		7.984	2.325	1.272
분산(%)		57.026	16.607	9.088
누적분산(%)		57.026	73.633	82.721
표본 적합성		KMO = 0.896, Bartlett 검정 $p < 0.00$		

[표4-34]는 매개변수와 반응변수의 수용의도와 경영성과 요인에 대한 탐색적 요인분석을 실시한 결과다. 수용의도는 스마트 팩토리 도입의도, 지속의도 등 2개의 잠재변수와 9개의 관측변수로 구성되어 있다. 경영성과는 비재무적 성과 1개의 잠재변수와 4개의 관측변수로 되어 있다. 탐색적 요인분석

결과 고윳값 기준 3개의 요인이 추출되었다. KMO 표본 적합도는 0.880으로 양호하고, Bartlett의 단위행렬 검정은 유의수준 5%에서 유의($p < 0.00$)한 것으로 나타나 관측변수가 요인분석에 적합한 것으로 확인되었다. 3개의 요인은 전체 변동의 85.4%를 설명하고 있다. 공통성값 및 요인적재값은 모두 0.5를 초과하여 탐색적 요인분석은 적절한 것으로 확인되었다.

[표4-34] 반응변수에 대한 탐색적 요인분석 결과

관측변수		성분		
		요인1	요인2	요인3
도입의도	sw3	0.893		
	sw5	0.886		
	sw4	0.881		
	sw2	0.871		
	sw1	0.863		
지속의도	cw4		0.909	
	cw3		0.894	
	cw5		0.886	
	cw1		0.881	
비재무성과	jm2			0.902
	jm1			0.896
	jm4			0.881
	jm3			0.858
고윳값		6.496	2.551	1.896
분산(%)		49.968	19.620	14.585
누적분산(%)		49.968	69.588	84.173
표본 적합성		KMO = 0.899, Bartlett 검정 $p < 0.00$		

요인분석은 관측변수들의 상관관계를 바탕으로 이루어진다. 즉 요인분석은 관측변수들의 상관관계를 파악하여 통계적 연관성의 크기에 따라 변수들을 그룹화한다. 따라서 관측변수들의 상관계수를 파악하는 것은 변수 간의 관계와 요인분석을 이해하는 데도 도움이 된다. 변수 간의 상관관계는 선형관계를 수치로 나타낸 척도로 $[-1, +1]$ 사이의 값을 갖는다. ± 1 에 가까울수록 높은 양 또는 음의 높은 상관관계를 나타내며, '0'에 가까울수록 낮은 상관관계를

나타낸다. 상관관계는 두 변수 사이의 선형성을 수치화한 것으로 선형관계를 나타낸 것이지만 인과관계를 나타내는 것은 아니다. 상관분석은 표본의 데이터를 이용하여 가설검정을 실시하는데 귀무가설은 “모집단 상관계수가 ‘0’이다.”로 설정된다. 두 변수 x 와 y 에 대한 상관계수 r_{xy} 는 다음 (식4-3)과 같이 계산된다.

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (\text{식4-3})$$

여기서, $\bar{x}$ 와 $\bar{y}$ 는 각각 변수 x 와 y 의 평균을 나타낸다. 상관계수에 대한 검정통계량은 t분포를 따른다. 검정통계량은 다음 (식4-4)와 같이 계산된다.

$$t = r_{xy} \sqrt{\frac{n-2}{1-r_{xy}^2}} \quad (\text{식4-4})$$

검정통계량은 자유도가 (n-2)인 t 분포를 따른다. [표4-35]는 12개의 잠재변수와 관련한 관측변수의 평균값에 대한 상관계수를 나타낸 것이다. 공장자동화와 컨설턴트역량, 그리고 컨설턴트역량과 스마트 팩토리 지속의도 사이의 상관계수 2개를 제외한 모든 상관계수는 유의수준 5%에서 유의한 것으로 확인되었다. 컨설턴트역량과 스마트 팩토리 지속의도 사이의 상관관계는 유의수준 10%에서는 유의한 것으로 확인된다. 이 2개의 상관계수를 제외한 나머지 상관계수는 유의수준 1%에서 유의하며 변수들 사이의 상관관계가 비교적 높은 편인 것으로 판단할 수 있다. 상관계수는 각 관측변수의 평균에 대한 상관계수로 개별 관측변수들 사이의 상관계수를 계산하여 검정할 경우 다른 결과를 도출할 수도 있다. 그러나 이들 상관계수는 너무 많아 개별 상관계수를 모두 비교 및 검정하는 것은 해석상의 복잡성도 있어 평균의 상관계수가 효과적일 수 있다.

[표4-35] 관측변수의 상관계수 현황

구분		at	bd	nb	pi	cc	cp	pc	os	fc	sw	cw	jm
at	r	1											
	p												
bd	r	0.10*	1										
	p	0.04											
nb	r	0.05**	0.21**	1									
	p	0.00	0.00										
pi	r	0.24**	0.52**	0.51**	1								
	p	0.00	0.00	0.00									
cc	r	0.03	0.45**	0.14**	0.45**	1							
	p	0.54	0.00	0.00	0.00								
cp	r	0.11*	0.56**	0.32**	0.65**	0.54**	1						
	p	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00							
pc	r	0.45**	0.28**	0.54**	0.46**	0.33**	0.41**	1					
	p	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
os	r	0.14**	0.42**	0.31**	0.59**	0.55**	0.68**	0.46**	1				
	p	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
fc	r	0.32**	0.27**	0.35**	0.40**	0.30**	0.39**	0.67**	0.47**	1			
	p	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
sw	r	0.32**	0.35**	0.45**	0.52**	0.38**	0.52**	0.63**	0.59**	0.63**	1		
	p	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
cw	r	0.62**	0.14**	0.45**	0.27**	0.08	0.21**	0.54**	0.21**	0.43**	0.42**	1	
	p	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
jm	r	0.16**	0.35**	0.27**	0.44**	0.40**	0.48**	0.27**	0.48**	0.29**	0.44**	0.24**	1
	p	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

주) * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

다음은 설문 문항에 대한 신뢰도 검정에 대해서 알아본다. 신뢰도는 연구 결과에 대한 일관성을 판단하는 개념으로 연구 대상을 반복적으로 측정하였을 때 일관성 있는 결과가 나오는 가를 측정하는 것이다. 신뢰도 검정은 측정 항목에 대한 개념이 모호해서 신뢰도가 낮게 측정되는 것으로, 다수의 항목에 대해 동일한 개념으로 측정해야 한다. 측정 변수에 대한 신뢰도 검정을 통하여 각각의 변수가 내적 일관성을 가지고 있는가를 측정하는 것이다. 내적 일관성은 동일한 개념을 다수의 측정항목을 통해 측정할 때 Cronbach's α 값

을 이용한다. 일반적으로 Cronbach's α 값이 0.6 이상이면 신뢰도가 확보되었다고 판단할 수 있다(채서일, 2016).

[표4-36]은 신뢰도 검정 결과를 나타낸 것이다. 신뢰도 검정은 요인분석 결과 타당성이 검정된 항목을 대상으로 측정하였다. 신뢰도 검정 결과 전체 54문항에 대한 Cronbach's α 값이 0.964로 높게 나타나 높은 신뢰도를 확보하였다고 볼 수 있다. 개별 변수에 대한 Cronbach's α 값도 0.6 이상으로 나타나 측정항목에 대한 신뢰 수준을 확보한 것으로 볼 수 있다.

[표4-36] 신뢰도 검정 결과

변수		문항수	Cronbach's α		
생산·운영	공장자동화	5	0.940	0.839	0.961
	빅데이터 분석	3	0.937		
경영 생산성	신사업 생산성	3	0.944	0.917	
	프로세스 개선	5	0.934		
의사결정	컨설턴트역량	5	0.980	0.954	
	컨설팅만족	5	0.976		
환경요인	대표역량	5	0.950	0.941	
	외부지원	5	0.923		
	조직역량	4	0.957		
수용의도	구축의도	5	0.956	0.919	0.916
	지속의도	4	0.937		
경영성과	비재무성과	4	0.932	—	
합계(전체)		53	0.969		

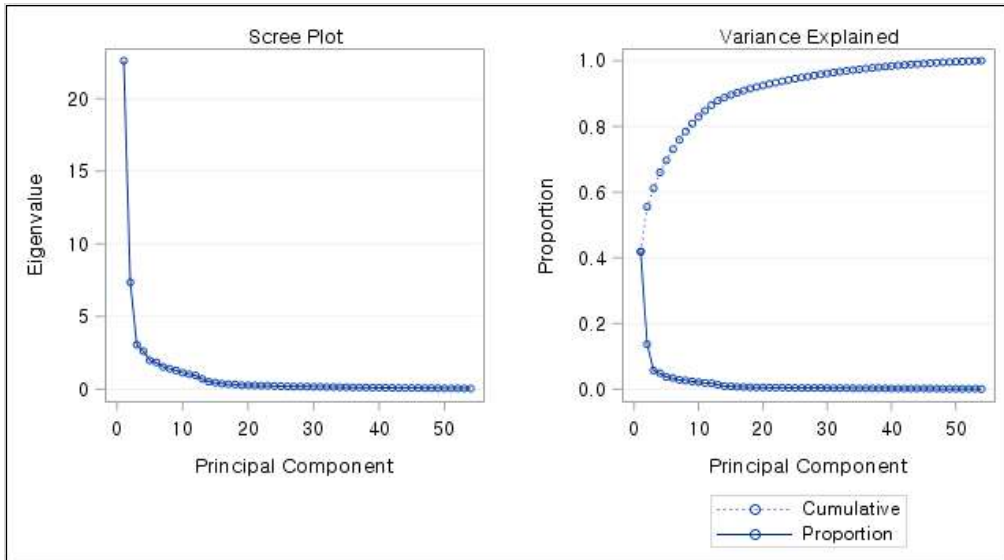
설문조사를 통하여 응답을 수집한 경우 동일방법편의(Common method bias; CMB)가 발생할 수 있다. 설문조사에서는 피 응답자가 자기 생각을 왜곡하여 사회적인 인식 또는 규범에 따라 응답을 할 가능성이 높다. 그리고 설문지를 구성하는 반응변수의 값과 설명변수의 값을 의도적으로 일관성 있게 왜곡하려는 경향이 발생하는데 이를 동일방법편의라고 한다. 동일한 응답자로

부터 반응변수와 설명변수를 동일한 방법으로 모두 측정할 때, 두 변수 간의 상관관계가 인위적인 공분산(artificial co-variance)에 의해 실제 값보다 커져서 발생하는 편의(bias)를 의미한다. 따라서 동일방법편의가 없어야 설문데이터는 타당성과 신뢰성이 확보되었다고 할 수 있다. 설문데이터의 동일방법편의를 확인하는 방법 중 가장 널리 사용되는 방법은 주성분 분석을 수행하는 것이다. 주성분 분석을 수행한 후 가장 많은 설명력을 차지하는 첫 번째 성분(component)이 총 설명력의 절반 이상을 차지하고 있지 않다면 동일방법편의가 심각하지 않다고 할 수 있다.(Podsakoff et al., 2003) 본 논문은 주성분분석을 통해 동일방법 편의를 검정하였다. 탐색적 요인분석에서 요인추출은 주성분분석 방법을 이용하였다. SAS 프로그램을 이용하여 설문 문항에 대한 주성분분석을 실시한 결과 제1 주성분이 전체 설명력의 39.0%를 차지하는 것으로 나타나 동일방법편의는 심각하지 않은 것으로 확인되었다.

[표4-37] 동일방법편의 확인을 위한 주성분분석 결과

성분	고윳값	차이	비율(%)	누적비율(%)
1	20.68	25.46	39.02	39.02
2	7.19	7.69	13.56	52.57
3	3.11	1.08	5.87	58.44
4	2.54	0.35	4.78	63.22
5	2.35	0.98	4.43	67.65
6	1.83	0.35	3.44	71.10
7	1.64	0.34	3.09	74.19
8	1.46	0.13	2.76	76.95
9	1.39	0.35	2.62	79.57
10	1.20	0.15	2.27	81.84

주성분분석 결과 10개의 주성분에 대해 세부적인 내용은 [표4-37]에서 보는 바와 같고, 전체 주성분에 대한 Scree Plot과 각 요인에 의해 설명된 분산의 비율을 [그림4-1]에서 제시하였다.



[그림4-1] Scree Plot과 성분에 의해 설명된 분석비율

2) 확인적 요인분석

탐색적 요인분석은 관측변수와 잠재변수 사이에 수렴 타당도 또는 집중 타당도(convergent validity)가 유의하다는 것을 보였다. 그리고 크론바하의 α 값을 통해 관측변수들 사이의 신뢰성 검정도 실시하였다. 관측변수에 대한 크론바하 α 는 0.92이상 값을 갖는 것으로 확인되어 기준값 0.70을 초과하였다. 각 잠재변수가 다른 잠재변수와 구별되는 판별 타당성(discriminant validity)은 확인적 요인분석(confirmative factor analysis) 또는 평균분산추출(average variance extracted : AVE)과 잠재변수 사이의 상관계수를 이용하여 검정한다. 한편 AVE는 집중 타당도 검정에도 사용되며 $AVE > 0.50$ 이면 유의한 것으로 판단할 수 있다(Fornell & Larcker, 1981). 판별 타당성은 AVE값의 제곱근이 각 구성개념 간 상관관계 값 보다 상회하면 타당성이 있는 것으로 판단한다. 이는 대각선 축에 나타난 상관계수 값들의 AVE 제곱근의 값이 다른 잠재변수들 사이의 상관계수 보다 큰가의 여부로 검정을 실시하는 것이다(Fornell & Larcker, 1981). 다음은 확인적 요인분석을 통해 판별 타당성을 확인하고 모형의 적합성을 검정하는 절차를 진행한다.

확인적 요인분석은 잠재변수들로 구성된 모형에서 적합성을 판단하기 위한 적절한 기준이 필요하다. 모형 적합도 기준은 절대적인 기준은 없으나 일반적으로 적용되는 판정기준과 연구자가 일반적인 적용기준을 바탕으로 허용 가능한 기준을 제시하여 적용한다(우종필, 2012; Fornell & Larcker, 1981). 본 연구는 모형의 적합도 판단기준을 [표4-38]과 같이 정하여 적용한다.

[표4-38] 확인적 요인분석 적합도 판단기준

적합도 지수	판정기준	적합 기준	적용기준	지수유형
χ^2 검정	$p > 0.05$	양호	$p > 0.05$	절대적합 지수
$CMIN(\chi^2)/df$	2.0 이하 3.0 이하	우수 양호	3.0 이하	
GFI	0.90 이상 0.85 이상	우수 양호	0.90 이상	
RMR	0.05 이하	우수	0.05 이하	
RMSEA	0.05 이하 0.08 이하	우수 양호	0.08 이하	
CFI	0.90 이상 0.85 이상	우수 양호	0.90 이상	충분적합 지수
NFI	0.90 이상 0.85 이상	우수 양호	0.90 이상	
TLI	0.90 이상 0.85 이상	우수 양호	0.90 이상	
AGFI	0.85 이상 0.80 이상	우수 양호	0.85 이상	간명적합 지수

적합도 판단기준의 지수유형은 절대적합지수, 충분적합지수, 간명적합지수 등으로 분류한다. 절대적합지수의 모형 적합도 검정은 χ^2 통계량으로 검정을 하며 귀무가설은 “제안된 측정모형이 적합하다.”로 p 값이 유의수준보다 커야 귀무가설이 기각되지 않는다. 그러나 검정통계량은 표본 수에 민감하게 영향을 받아 표본수가 커지면 검정통계량도 커져 귀무가설이 기각될 확률이 증가한다. 이를 보완하기 위해 비제약모형(Default model)에서 불일치 함수 C 의 최솟값(minimum value of the discrepancy function C : $CMIN$)인 검정통계량을 자유도로 나눈 $CMIN(\chi^2)/df$ 지수를 사용한다. 따라서 χ^2 검정만으로 모

형의 적합도를 판단해서는 안 되고 다른 적합도 지수와 함께 고려하여 모형의 적합도를 판단하는 것이 바람직하다(신건권, 2016). GFI는 예측된 모형에 의해 설명되는 관측모형의 상대적 분산·공분산의 양을 측정하는 척도로 회귀분석에서 R^2 와 비슷하다. RMR(Root Mean square Residual)은 표본분산공분산행렬의 원소에서 모형추정 분산공분산 행렬의 원소의 차를 제공하여 합한 후 이를 표본 수로 나눈 값의 제곱근을 구한 값이다. RMR은 작을수록 좋은 모형을 나타낸다. RMSEA(Root Mean Square Error Approximation)는 최적화된 모수 추정치로 모형이 모집단 분산공분산 행렬을 얼마나 반영하는지 나타내는 척도로 표본크기에 민감한 χ^2 통계량의 문제점을 보완하기 위해 만들어진 지수다.

중분적합지수는 CFI(Comparative Fit Index), NFI(Normed Fit Index), TLI(Tucker-Lewis Index) 등 3가지를 지수를 포함한다. CFI는 모형의 χ^2 값과 자유도의 차이를 이용하여 계산되는 지수로 McDonald & Marsh(1990)가 개발한 RNI (Relative Noncentrality Index)를 수정한 지수로 1에 가까울수록 좋은 모형을 나타낸다. NFI는 Bentler-Bonett normed fit index라고도 하며, 기초모델보다 제안 모델이 어느 정도 향상되었는가를 나타내는 지수다. NFI는 모형에서 모수의 수가 많으면 많을수록 지수값이 증가하여 parsimony 법칙이 적용되지 못하는 한계가 있다. TLI는 GFI보다 보통 작은 값을 갖는 경향이 있으며 표본크기에 영향을 받지 않는다.

간명적합지수는 AGFI(adjusted goodness-of-fit-index)는 Joreskog & Sorbom(1993)이 GFI가 추정모수의 수가 증가하면 GFI 값이 커진다는 문제점을 보완하기 개발한 것으로, 자유도를 이용하여 GFI값을 조정한 지표이다.

확인적 요인분석은 여러 개의 측정변수를 이용해 잠재변수를 측정하는 경우가 많기 때문에 잠재변수의 신뢰도와 타당도를 평가해야 한다. 확인적 요인분석에서 집중 타당도 검정을 위해 개념 신뢰도(construct validity)를 이용한다. 개념 신뢰도는 합성 신뢰도(composite reliability : CR)와 AVE로 평가한다. 합성 신뢰도 산식은 $(\sum \text{표준화추정치})^2 / [(\sum \text{표준화추정치})^2 + \sum \text{분산추정치(측정오차)}]$ 이고 내적 일관성을 측정하며, AVE는 잠재변수에 대해 지표가 설명하는 분산의 크기를 나타낸다. AVE는 $(\sum \text{표준화추정치}^2) / [\sum \text{표준화추정치}^2 + \sum \text{분}$

산추정치(측정오차)]로 계산된다. 표준화 요인적재량(standardized factor loading, 표준화 회귀계수)이 최소 0.50이상 (0.70 이상이면 바람직)이고, CR ≥ 0.7 , AVE ≥ 0.5 이면 개념 신뢰도는 확보되었다고 할 수 있다(Fornell & Larcker 1981; 우종필, 2012).

판별 타당성은 구성개념들 사이에 차별성에 관한 개념으로, 서로 다른 개념을 측정했을 때 얻어진 측정치들 간에는 상관관계가 낮아야 함을 의미한다. AVE가 개념들 간 상관계수의 제곱 값을 상회하는 경우(AVE $> r^2$) 판별 타당성이 있는 것으로 간주한다(Fornell & Larcker, 1981). 또는 잠재변수들의 상관계수에 대한 95% 신뢰구간 구간추정치가($r \pm 1.96 \times \text{표준오차}$) 1을 포함하지 않으면 판별 타당성이 있다고 한다(Anderson & Gerbing, 1988). 본 연구에서는 전자를 통해 판별 타당성을 확인한다.

가) 설명변수의 확인적 요인분석

확인적 요인분석은 전략적 가치 인식에 해당하는 3가지 요인과 환경요인 그리고 수용의도 요인, 경영성과 요인을 대상으로 실시한다. 생산·운영 요인은 공장자동화, 빅데이터 분석이 경영 생산성 요인은 신사업 생산성, 프로세스 개선이 의사결정 요인은 컨설턴트역량, 컨설팅만족이 포함되어 있다. 환경요인은 대표역량, 외부지원, 조직역량 등이 포함되어 있다. 스마트 팩토리 수용의도 요인은 도입의도, 지속의도가 포함되어 있고, 경영성과 요인에는 비재무성과가 포함되어 있다. 이들 각 요인에 해당하는 잠재변수들에 대하여 확인적 요인분석을 실시하고 모형 적합도, 집중 타당도와 판별 타당도를 검정한다.

(1) 생산·운영 요인의 확인적 요인분석

생산·운영 요인은 공장자동화, 빅데이터 분석 2개의 잠재변수가 있다. 자료에 대한 탐색적 요인분석을 통해 공장자동화에는 5개의 관측변수가 선택되었고, 빅데이터 분석은 3개의 관측변수가 선택되었다. [표4-39]는 생산·운영 요인에 대한 확인적 요인분석 결과를 나타낸 것이다.

[표4-39] 생산·운영 요인의 확인적 요인분석 결과

측정항목			SRW	SE	t값	p값	SMC	CR	AVE
자동화	→	at1	0.87	—	—	—	0.76	0.94	0.76
		at2	0.87	0.04	25.36	***	0.76		
		at3	0.90	0.04	27.24	***	0.81		
		at4	0.89	0.04	26.44	***	0.79		
		at6	0.83	0.04	23.05	***	0.68		
빅데이터	→	bd1	0.88	—	—	—	0.77	0.93	0.81
		bd2	0.96	0.04	27.78	***	0.93		
		bd3	0.90	0.04	30.93	***	0.81		
적합기준	χ^2	χ^2/df	GFI	AGFI	CFI	NFI	TLI	RMR	RMSEA
값	54.17	2.85	0.97	0.95	0.99	0.98	0.98	0.03	0.06
판단	부적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합

주1) SRW : Standardized Regression Weight, SE : Standard Error

주2) CR : Composite Reliability, AVE : Average Variance Extracted

확인적 요인분석 결과를 바탕으로 모형의 적합도를 판단하면, 제안된 모형에 대한 적합도 가설검정은 χ^2 통계량이 54.17($p < 0.00$)로 귀무가설이 기각된다. 모형 적합도 검정은 귀무가설을 기각하지만, 검정이 표본 수에 민감하기 때문에 다른 적합지수를 함께 판단해야 한다. 절대적합지수에 속하는 CMIN (χ^2)/df는 2.85로 기준을 충족한다. GFI=0.97, RMR=0.03, RMSEA=0.06 등도 판단기준을 충족한다. 증분적합지수인 CFI=0.99, NFI=0.98, TLI=0.98 등도 판단기준을 모두 충족한다. 간명적합지수 AGFI=0.95도 판단기준을 충족한다. 따라서 모형 적합도 검정을 제외한 모든 적합도 판단기준이 충족되어 모형이 적정하다고 판단해도 무방하다. 또한 측정모형의 표준화회귀계수는 0.70이상으로 개별 측정변수가 신뢰도가 있다고 판단할 수 있다.

제안된 모형에 대한 개념 신뢰도는 CR과 AVE의 측정치로 평가되는데 관측모형에서 공장자동화의 CR은 0.94, 빅데이터 분석은 0.93으로 두 변수 모두 허용 기준값 0.7이상으로 양호하다. 공장자동화 AVE는 0.77, 빅데이터 분석은 0.81로 허용 기준값 0.5를 초과하여 개념 신뢰도는 확보된 것으로 판단할 수 있다. 생산·운영 요인에 해당하는 잠재변수에 대한 확인적 요인분석 결과 8개 설문 문항을 포함한 측정모형이 적합한 것으로 확인되었다.

(2) 경영 생산성 요인의 확인적 요인분석

경영 생산성 요인은 신사업 생산성과 프로세스 개선 2개의 잠재변수가 있다. 탐색적 요인분석을 통해 신사업 생산성은 3개의 관측변수가 선택되었고, 프로세스 개선은 5개의 관측변수가 선택되었다. [표4-40]은 경영 생산성 요인에 대한 확인적 요인분석 결과를 나타낸 것이다.

[표4-40] 경영 생산성 요인의 최초 확인적 요인분석 결과

측정항목			SWR	SE	t값	p값	SMC	CR	AVE
신사업 생산성	→	nb1	0.91	—	—	—	0.82	0.91	0.76
		nb2	0.92	0.03	31.63	***	0.85		
		nb3	0.94	0.03	32.99	***	0.88		
프로세스 개선	→	pi1	0.69	—	—	—	0.48	0.90	0.65
		pi2	0.68	0.07	13.92	***	0.47		
		pi3	0.96	0.07	19.00	***	0.92		
		pi5	0.96	0.07	19.01	***	0.92		
		pi6	0.92	0.07	18.43	***	0.85		
적합기준	χ^2	χ^2/df	GFI	AGFI	CFI	NFI	TLI	RMR	RMSEA
값	513.75	27.04	0.84	0.700	0.88	0.87	0.82	0.10	0.24
판단	부적합	부적합	부적합	부적합	적합	적합	부적합	부적합	부적합

모형의 적합도를 판단하면, 제안된 모형에 대한 적합도 검정 결과 χ^2 통계량은 513.75($p < 0.00$)로 귀무가설이 기각된다. 즉, 모형 적합도 검정은 적합하지 못한 결론을 제시한다. 절대적합지수의 $CMIN(\chi^2)/df$ 는 27.04로 기준을 충족하지 못한다. $GFI=0.84$, $RMR=0.10$, $RMSEA=0.24$ 등도 판단기준을 충족하지 못하는 것으로 확인되었다. 또한, 증분적합지수인 $CFI=0.88$, $NFI=0.87$, $TLI=0.82$ 등도 판단기준을 충족하지 못하는 것으로 확인되었다. 간명적합지수 $AGFI=0.70$ 도 판단기준을 충족하지 못한다. 따라서 적합도 판단기준이 충족되는 지수가 없어 모형 적합도가 확보되었다고 볼 수 없다.

모형 적합도 향상을 위해 SMC (Squared Multiple Correlation) 값이 0.5 이하인 측정변수를 제거 후 다시 확인적 요인분석을 실시하였다. 관측변수

pi1과 pi2의 SMC값이 각각 0.48과 0.47로 0.5이하이고, 표준화회귀계수도 0.7 이하 값을 가져 제거하였다. [표4-41]은 새로운 모형에 확인적 요인분석 결과를 나타낸 것이다. 모형 적합도를 살펴보면, 모형 적합도 가설검정은 χ^2 통계량이 22.21($p < 0.00$)로 귀무가설이 기각된다. 그러나 절대적합지수의 CMIN(χ^2)/df는 2.78로 양호하고, GFI=0.98, RMR=0.02, RMSEA=0.06 등도 판단기준을 충족한다. 또한, 증분적합지수인 CFI=0.99, NFI=0.99, TLI=0.99 등도 판단기준을 모두 충족하는 것으로 확인되었다. 간명적합지수 AGFI=0.96도 판단기준을 충족한다. 따라서 모형 적합도 검정을 제외한 모든 적합도 판단기준이 충족되어 모형이 적정하다고 판단할 수 있다. 측정모형의 표준화회귀계수는 0.7이상으로 개별 측정변수가 신뢰도가 있다고 판단할 수 있다.

[표4-41] 경영 생산성 요인의 최종 확인적 요인분석 결과

측정항목			SRW	S.E.	t값	p값	SMC	C.R.	AVE
신사업 생산성	→	nb1	0.91	—	—	—	0.82	0.90	0.76
		nb2	0.92	0.03	31.60	***	0.85		
		nb3	0.94	0.03	32.99	***	0.88		
프로세스 개선	→	pi3	0.96	—	—	—	0.92	0.95	0.86
		pi5	0.96	0.02	47.28	***	0.92		
		pi6	0.92	0.02	39.97	***	0.85		
적합기준	χ^2	χ^2/df	GFI	AGFI	CFI	NFI	TLI	RMR	RMSEA
값	22.21	2.78	0.98	0.96	0.99	0.99	0.99	0.02	0.06
판단	부적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합

모형의 개념 신뢰도는 CR과 AVE의 측정치로 평가되는데 관측모형에서 신사업 생산성의 CR은 0.91, 프로세스 개선은 0.95로 두 변수 모두 기준값 0.7이상으로 양호하다. 신사업 생산성의 AVE는 0.76, 프로세스 개선은 0.86으로 기준값 0.5를 초과하여 개념 신뢰도는 확보된 것으로 판단할 수 있다. 경영 생산성 요인에 해당하는 잠재변수에 대한 확인적 요인분석 결과 최초 8개 관측변수가 포함된 모형에 대하여 모형 적합도 검정을 하였으나 적합도 기준을 충족하지 못하여 프로세스 개선 관련 2개의 관측변수를 제거 후 새로운 모형

에 대한 모형 적합도 검정을 한 결과 모형 적합도가 충족되는 것으로 확인되었다. 경영 생산성 요인은 최종 6개의 관측변수가 포함된 모형으로 수정되었다.

(3) 의사결정 요인의 확인적 요인분석

의사결정 요인은 컨설턴트역량과 컨설팅만족 2개의 잠재변수가 있다. 탐색적 요인분석을 통해 컨설턴트역량과 컨설팅만족에는 각각 5개의 관측변수가 선택되었다. [표4-42]는 의사결정 요인에 대한 확인적 요인분석 결과를 나타낸 것이다.

[표4-42] 의사결정 요인의 확인적 요인분석 결과

측정항목			SRW	S.E.	t값	p값	SMC	CR	AVE
컨설턴트 역량	→	cc1	0.95	—	—	—	0.91	0.98	0.91
		cc2	0.97	0.02	51.48	***	0.94		
		cc3	0.97	0.02	50.75	***	0.94		
		cc4	0.94	0.02	42.90	***	0.88		
		cc5	0.93	0.02	40.65	***	0.86		
컨설팅 만족	→	cs1	0.91	—	—	—	0.82	0.97	0.86
		cs2	0.95	0.03	36.37	***	0.90		
		cs3	0.96	0.03	38.57	***	0.93		
		cs4	0.96	0.03	38.21	***	0.92		
		cs5	0.94	0.03	34.95	***	0.88		
적합기준	χ^2	χ^2/df	GFI	AGFI	CFI	NFI	TLI	RMR	RMSEA
값	85.92	2.77	0.97	0.94	0.99	0.99	0.99	0.01	0.06
판단	부적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합

모형의 적합도를 판단하면, 제안된 모형에 대한 가설검정은 χ^2 통계량이 85.92($p < 0.00$)로 귀무가설은 기각된다. 그러나 $CMIN(\chi^2)/df$ 는 2.77로 기준값 이하로 양호하고, $GFI=0.97$, $RMR=0.01$, $RMSEA=0.06$ 등도 판단기준을 충족한다. 또한, 증분적합지수인 $CFI=0.99$, $NFI=0.99$, $TLI=0.99$ 등도 판단기준을 모두 충족한다. 간명적합지수 $AGFI=0.94$ 판단기준을 충족한다. 따라서 모형 적합도 검정을 제외한 모든 적합도 판단기준이 충족되어 제시된 최초 모형이 적합하다고 판단해도 무방하다. 또한 측정모형의 표준화회귀계수는 0.7이상으

로 개별 측정변수가 신뢰도가 있다고 판단할 수 있다. 의사결정 요인은 최초 관측모형이 적합도 판단기준을 충족하는 것으로 판단되어 더 이상의 관측변수 제거 없이 컨설턴트역량과 컨설팅만족에 속하는 10개의 관측변수로 모형을 확정하였다.

모형의 개념 신뢰도는 CR과 AVE의 측정치로 평가되는데 관측모형에서 컨설턴트역량의 CR은 0.98, 컨설팅만족은 0.97로 두 변수 모두 기준값 0.7이상으로 양호하다. 컨설턴트역량의 AVE는 0.91, 컨설팅만족은 0.88로 기준값 0.5를 초과하여 개념 신뢰도는 확보된 것으로 판단할 수 있다. 의사결정 요인의 모형은 적합도 기준에 따라 적합도 지수가 기준에 부합되어 추가적인 모형 수정 없이 최초 탐색적 요인분석에서 선택한 측정모형을 확정한다.

(4) 환경요인의 확인적 요인분석

환경요인은 대표역량, 외부지원, 조직역량 등 3개의 잠재변수가 있다. 탐색적 요인분석 결과 대표역량은 5개, 외부지원은 5개 그리고 조직역량은 4개의 관측변수가 선택되었다. [표4-43]은 탐색적 요인분석 결과 선택된 14개 관측변수를 대상으로 환경요인에 대한 확인적 요인분석 결과를 나타낸 것이다. 모형의 적합도를 살펴보면, 제안된 모형에 대해 적합도 검정 결과 χ^2 통계량은 840.33($p < 0.00$)으로 귀무가설을 기각한다. 또한 $CMIN(\chi^2)/df$ 는 11.36으로 적용기준 3.0을 초과하여 적합도 기준을 충족하지 못하는 것으로 나타났다. 그리고 $GFI=0.79$, $RMR=0.08$, $RMSEA=0.15$ 등으로 적합도 판단기준을 충족하지 못하는 것으로 확인되었다. 또한 증분적합지수인 $CFI=0.89$, $NFI=0.87$, $TLI=0.87$ 등도 적합도 기준을 충족하지 못하고 있다. 간명적합지수 $AGFI=0.70$ 으로 모든 적합도 지수가 적합도 기준을 충족하지 못해 종합적으로 판단해 볼 때 전반적인 모형 적합도가 확보되었다고 판단하기 어렵다. 따라서 모형 적합도 향상을 위해 새로운 모형을 구성하기 위해 SMC이 작은 측정변수를 차례로 제거하면서 확인적 요인분석을 반복하여 실시하였다. 모형의 적합도 향상을 위해 대표역량의 pc2, 외부지원의 os4, os5 등 3개의 관측변수가 제거되었다.

[표4-43] 환경요인의 최초 확인적 요인분석 결과

측정항목			SRW	S.E.	t값	p값	SMC	C.R.	AVE
대표역량	→	pc1	0.82	—	—	—	0.66	0.94	0.75
		pc2	0.81	0.05	20.63	***	0.65		
		pc3	0.95	0.04	26.87	***	0.90		
		pc4	0.94	0.04	26.56	***	0.89		
		pc5	0.90	0.04	24.60	***	0.82		
외부자원	→	os1	0.80	—	—	—	0.65	0.91	0.66
		os2	0.81	0.05	23.46	***	0.84		
		os3	0.91	0.05	23.29	***	0.83		
		os4	0.76	0.06	17.94	***	0.57		
		os5	0.78	0.05	18.49	***	0.60		
조직역량	→	fc1	0.82	—	—	—	0.68	0.95	0.84
		fc2	0.95	0.04	27.08	***	0.90		
		fc3	0.97	0.04	28.13	***	0.93		
		fc4	0.95	0.04	27.12	***	0.90		
적합기준	χ^2	χ^2/df	GFI	AGFI	CFI	NFI	TLI	RMR	RMSEA
값	840.33	11.356	0.79	0.70	0.89	0.89	0.87	0.08	0.15
판단	부적합	부적합	부적합	부적합	부적합	부적합	부적합	부적합	부적합

[표4-44]는 새로운 모형에 대한 확인적 요인분석 결과를 나타낸 것이다. 모형 적합도 관련 검정은 χ^2 통계량이 93.53($p < 0.00$)으로 귀무가설이 기각되어 적합도 기준을 충족하지 못한다. 그러나 $CMIN(\chi^2)/df$ 는 2.46으로 양호하고, $GFI=0.96$, $RMR=0.05$, $RMSEA=0.06$ 등도 판단기준을 충족한다. 또한, 증분 적합지수인 $CFI=0.99$, $NFI=0.98$, $TLI=0.99$ 등도 판단기준을 모두 충족하며, 간명적합지수 $AGFI=0.94$ 도 판단기준을 충족한다. 따라서 모형 적합도 검정을 제외한 모든 적합도 판단기준이 충족되어 모형이 적정하다고 판단할 수 있다. 측정모형의 표준화회귀계수는 0.7이상으로 개별 측정변수가 신뢰도가 있다고 할 수 있으며, SMC 역시 모두 0.5이상의 값을 가져 모형에 대한 적합도는 확보되었다고 할 수 있다.

모형의 개념 신뢰도는 CR과 AVE로 평가되는데 관측모형에서 CR은 대표역량이 0.91, 외부지원이 0.92, 조직역량이 0.95로 기준값 0.70이상으로 양호하다. AVE는 대표역량이 0.79, 외부지원이 0.80, 조직역량이 0.83으로 기준

값 0.5를 초과하여 개념 신뢰도는 확보된 것으로 판단할 수 있다.

[표4-44] 환경요인의 최종 확인적 요인분석 결과

측정항목			SRW	S.E.	t값	p값	SMC	C.R.	AVE
대표 역량	→	pc1	0.82	—	—	—	0.67	0.94	0.79
		pc3	0.95	0.05	25.73	***	0.90		
		pc4	0.96	0.05	24.35	***	0.92		
		pc5	0.90	0.05	23.53	***	0.80		
외부 지원	→	os1	0.82	—	—	—	0.67	0.92	0.80
		os2	0.91	0.07	16.04	***	0.83		
		os3	0.98	0.05	21.44	***	0.95		
조직 역량	→	fc1	0.80	—	—	—	0.64	0.95	0.83
		fc2	0.94	0.04	29.61	***	0.88		
		fc3	0.97	0.05	26.25	***	0.95		
		fc4	0.95	0.05	25.33	***	0.90		
적합기준	χ^2	χ^2/df	GFI	AGFI	CFI	NFI	TLI	RMR	RMSEA
값	93.53	2.46	0.96	0.94	0.99	0.98	0.99	0.05	0.06
판단	부적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합

환경요인에 대한 확인적 요인분석 결과 최초 모형은 14개의 관측변수가 포함되었으나 모형 적합도 기준을 충족하지 못했다. 따라서 모형 적합도 향상을 위해 대표역량과 관련한 1개, 외부지원 관련 2개의 관측변수를 제거한 후 새로운 모형에 대한 모형 적합도 검정을 실시한 결과 모형 적합도가 충족되어 모형을 확정하였다.

설명변수 9개 잠재변수에 대한 판별 타당성을 $AVE > r^2$ 여부를 통해 확인하였다. [표4-45]는 설명변수에 대한 판별 타당성 결과를 나타낸 것이다. 확인적 요인분석 과정에서 잠재변수에 대한 AVE는 계산되었다. 다음으로 잠재변수 간의 상관계수 중에서 가장 큰 값을 선택한다. 상관계수 중 가장 큰 값은 0.67로 대표역량과 조직역량 간의 상관계수 값이다. 이 값의 제곱, 즉 결정계수는 $0.450(0.671 \times 0.671)$ 이다. 각 잠재변수 간에 구한 AVE값이 잠재변수의 결정계수보다 크다면($AVE > r^2$) 판별 타당성이 있는 것으로 간주한다. [표4-45]에서 확인할 수 있듯이 각 잠재변수 간의 AVE 값은 상관계수 중 가장 큰 0.671 값의 결정계수 0.450보다 크기 때문에 판별 타당도는 확보되었

다고 할 수 있다.

[표4-45] 설명변수에 대한 판별 타당성 분석

구 분	AT	BD	NB	PI	CC	CS	PC	OS	FC
AT	0.763								
BD	0.097	0.808							
NB	0.527	0.214	0.761						
PI	0.247	0.492	0.530	0.859					
CC	0.025	0.456	0.143	0.417	0.911				
CS	0.109	0.575	0.338	0.624	0.552	0.875			
PC	0.481	0.260	0.551	0.448	0.289	0.378	0.788		
OS	0.131	0.345	0.287	0.511	0.514	0.586	0.382	0.800	
FC	0.350	0.269	0.358	0.390	0.294	0.374	0.671	0.403	0.830

나)반응변수의 확인적 요인분석

반응변수는 반응변수이자 매개변수인 수용의도 요인, 반응변수인 경영성과 요인이 해당하고, 수용의도 요인에는 도입의도, 지속의도 변수가 있고, 경영성과 요인에는 비재무성과 변수로 구성되어 있다. 스마트 팩토리 수용의도, 지속의도 그리고 비재무성과를 각각 하나의 구성개념으로 분류하고 이에 대한 확인적 요인분석을 실시한 후 모형 적합도, 집중 타당도와 판별 타당도를 검정을 실시한다.

스마트 팩토리 수용의도에는 도입의도와 지속의도 2개의 잠재변수가 있고, 경영성과는 비재무성과 1개의 잠재변수가 있다. 탐색적 요인분석을 통해 스마트 팩토리 도입의도 5개, 지속의도 4개 그리고 비재무성과 4개의 관측변수가 변동 없이 선택되었다. [표4-46]은 수용의도 및 경영성과에 대한 확인적 요

인분석 결과를 나타낸 것이다. 제안된 모형 적합도를 판단하면, 모형 적합도 관련 가설검정 결과 $\chi^2=92.79(p=0.003)$ 로 귀무가설이 기각된다. 그러나 $CMIN(\chi^2)/df$ 는 1.57로 양호하고, $GFI=0.97$, $RMR=0.02$, $RMSEA=0.04$ 등도 판단기준을 충족한다. 또한 증분적합지수인 $CFI=0.99$, $NFI=0.98$, $TLI=0.99$ 등도 양호한 값을 갖는다. 간명적합지수 $AGFI=0.95$ 도 판정기준을 충족하는 것으로 나타났다. 따라서 모형 적합도 검정을 제외한 모든 적합도 판단기준이 충족되어 모형이 적정하다고 판단할 수 있다.

[표4-46] 수용의도 및 경영성과 요인의 확인적 요인분석 결과

측정항목			SRW	S.E.	t값	p값	SMC	CR	AVE
도입 의도	→	sw1	0.88	—	—	—	0.77	0.94	0.74
		sw2	0.87	0.03	32.40	***	0.75		
		sw3	0.89	0.04	26.82	***	0.80		
		sw4	0.90	0.04	27.43	***	0.81		
		sw5	0.93	0.04	29.57	***	0.87		
지속 의도	→	cw1	0.87	—	—	—	0.75	0.93	0.76
		cw3	0.88	0.04	25.68	***	0.78		
		cw4	0.93	0.04	28.30	***	0.86		
		cw5	0.88	0.04	25.34	***	0.77		
비재무 성과	→	mp1	0.89	—	—	—	0.79	0.93	0.78
		mp2	0.92	0.04	28.85	***	0.85		
		mp3	0.87	0.04	25.71	***	0.76		
		mp4	0.81	0.04	22.54	***	0.66		
적합기준	χ^2	χ^2/df	GFI	AGFI	CFI	NFI	TLI	RMR	RMSEA
값	105.02	1.78	0.97	0.95	0.99	0.98	0.99	0.02	0.04
판단	부적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합

측정모형의 표준화회귀계수(SRW)는 0.70이상으로 개별 측정변수가 신뢰도가 있다고 판단할 수 있다. 모형의 개념 신뢰도와 관련하여 CR은 도입의도가 0.94이고, 지속의도가 0.97이며, 비재무성과가 0.94로 모든 변수가 기준값 0.70을 상회한다. AVE는 도입의도가 0.74이고, 지속의도가 0.76이며, 비재무성과가 0.80으로 나타나 기준값 0.5를 초과하여 개념 신뢰도 역시 확보된 것으로 판단할 수 있다. 모형 적합도 검정 결과 최초 제안된 모형이 적정

한 것으로 판단되어 추가적인 모형 적합도 향상 절차 없이 최초 모형을 확정하였다.

내생변수 3개 잠재변수에 대한 판별 타당성을 $AVE > r^2$ 기준을 통해 확인하였다. [표4-47]은 설명변수에 대한 판별 타당성 결과를 나타낸 것이다. 확인적 요인분석 과정에서 잠재변수에 대한 AVE는 계산되었고, 잠재변수들 간의 상관계수 중에서 가장 큰 값은 0.676(도입의도와 비재무성과)로서 두 변수에 대한 결정계수는 $0.213(=0.461 \times 0.461)$ 이 된다. AVE값 중에서 0.213보다 작은 값이 없으므로 내생변수에 대한 판별 타당성이 확보되었다고 할 수 있다.

[표4-47] 내생변수 판별 타당성 분석

구분	도입의도	지속의도	비재무성과
도입의도	0.742		
지속의도	0.449	0.761	
비재무성과	0.461	0.258	0.777

3) 측정모형 분석

측정모형 분석은 확인적 요인분석을 통해 모형 적합도가 확보된 모든 측정변수를 포함하여 잠재변수들에 대한 공분산을 설정한 후 잠재변수와 측정변수들 간의 상관관계와 잠재변수들 간의 상관관계를 분석하는 과정이다. 측정모형 분석도 확인적 요인분석 같이 모형의 적합도가 확보되지 않을 경우 측정변수를 제거함으로써 모형 적합도를 향상시키는 작업을 수행한다. 측정모형 분석은 비표준화 회귀계수 추정값을 표준오차로 나눈 값인 CR(critical ratio, 회귀분석에서 회귀계수에 대한 검정통계량 t 값에 해당)을 근거로 유의하지 않은 측정변수와 SMC 값이 작은 측정변수를 제거함으로써 모형 적합도를 확보해 나간다.

본 연구에서는 요인별로 실시한 확인적 요인분석을 통해 모형 적합도가 확보된 모든 측정변수와 12개의 잠재변수에 대하여 공분산을 설정한 후 측정모형 분석을 실시한다. [표4-48]은 측정모형의 적합도 판단기준을 나타낸 것

이다. 적합도 판단기준은 확인적 요인분석의 기준과 동일하게 χ^2 , GFI, RMR, RMSEA, CFI, NFI, TLI, AGFI 지수를 사용한다. 다만 모형의 수용도 향상을 위해 GFI의 적합 판단기준은 0.90에서 0.85로 낮추고, AGFI의 적합 판단기준은 0.85에서 0.80으로 각각 0.05를 낮추어 다소 완화된 기준을 적용한다.(우종필, 2012).

[표4-48] 측정모형의 적합도 판단기준

적합도 지수	판정기준	적합 기준	적용기준	지수유형
χ^2 검정	$p > 0.05$	양호	$p > 0.05$	절대적합 지수
$CMIN(\chi^2)/df$	2.0 이하 3.0 이하	우수 양호	3.0 이하	
GFI	0.90 이상 0.85 이상	우수 양호	0.85 이상	
RMR	0.05 이하	우수	0.05 이하	
RMSEA	0.05 이하 0.08 이하	우수 양호	0.08 이하	
CFI	0.90 이상 0.85 이상	우수 양호	0.90 이상	충분적합 지수
NFI	0.90 이상 0.85 이상	우수 양호	0.90 이상	
TLI	0.90 이상 0.85 이상	우수 양호	0.90 이상	
AGFI	0.85 이상 0.80 이상	우수 양호	0.80 이상	간명적합 지수

[표4-49]는 확인적 요인분석에서 선택된 모든 변수들로 이루어진 최초의 측정모형을 분석한 결과다. 모형 적합도를 보면, 제안된 모형의 적합성 검정은 χ^2 통계량이 2072.23($p < 0.00$)로 귀무가설이 기각되어 모형이 적합하지 않은 것으로 확인되었다. 적합도 지수는 $CMIN(\chi^2)/df=2.04$, $AGFI=0.82$, $CFI=0.96$, $NFI=0.93$, $TLI=0.96$, $RMR=0.04$, $RMSEA=0.05$ 등으로 적합기준을 충족하지만 $GFI=0.84$ 로 적합기준을 충족시키지 못한다. 따라서 GFI지수의 개선이 필요한 것으로 판단되어 관측변수 조정을 실시하였다.

[표4-49] 최초 선택된 측정모형 분석 결과

구성개념		관측변수	SRW	SE	t값	p값	SMC
자동화	→	at1	0.87	—	—	—	0.75
		at2	0.87	0.04	25.29	***	0.76
		at3	0.90	0.04	26.78	***	0.81
		at4	0.89	0.04	26.10	***	0.79
		at6	0.83	0.04	23.02	***	0.69
빅데이터	→	bd1	0.88	—	—	—	0.78
		bd2	0.96	0.03	31.61	***	0.92
		bd3	0.90	0.04	28.27	***	0.81
신사업 생산성	→	nb1	0.91	—	—	—	0.83
		nb2	0.92	0.03	31.91	***	0.85
		nb3	0.94	0.03	33.16	***	0.88
프로세스 개선	→	pi3	0.96	—	—	—	0.92
		pi5	0.96	0.02	47.21	***	0.92
		pi6	0.93	0.02	40.39	***	0.86
컨설턴트 역량	→	cc1	0.95	—	—	—	0.91
		cc2	0.97	0.02	51.31	***	0.94
		cc3	0.97	0.02	50.65	***	0.94
		cc4	0.94	0.02	42.97	***	0.88
		cc5	0.93	0.02	40.73	***	0.86
컨설팅 만족	→	cs1	0.91	—	—	—	0.82
		cs2	0.95	0.03	36.42	***	0.90
		cs3	0.96	0.03	38.70	***	0.93
		cs4	0.96	0.03	38.25	***	0.92
		cs5	0.94	0.03	35.02	***	0.88
대표역량	→	pc1	0.80	—	—	—	0.64
		pc3	0.96	0.05	25.40	***	0.91
		pc4	0.95	0.05	25.32	***	0.91
		pc5	0.90	0.05	23.11	***	0.81
외부지원	→	os1	0.77	—	—	—	0.60
		os2	0.96	0.05	22.83	***	0.92
		os3	0.93	0.05	22.20	***	0.86
조직역량	→	fc1	0.83	—	—	—	0.68
		fc2	0.95	0.04	27.18	***	0.89
		fc3	0.97	0.04	28.26	***	0.93
		fc4	0.95	0.04	27.28	***	0.90
도입의도	→	sw1	0.90	—	—	—	0.81
		sw2	0.89	0.04	28.99	***	0.79
		sw3	0.90	0.03	29.71	***	0.81
		sw4	0.90	0.03	29.87	***	0.81
		sw5	0.91	0.03	30.99	***	0.83
지속의도	→	cw1	0.87	—	—	—	0.75
		cw3	0.88	0.04	25.45	***	0.77
		cw4	0.93	0.04	28.46	***	0.86
		cw5	0.88	0.04	25.62	***	0.78

비재무성과	→	jm1	0.88	—	—	—	0.78		
		jm2	0.91	0.04	28.31	***	0.83		
		jm3	0.89	0.04	26.78	***	0.79		
		jm4	0.84	0.04	23.89	***	0.70		
적합기준	χ^2	χ^2/df	GFI	AGFI	CFI	NFI	TLI	RMR	RMSEA
값	2081.48	2.05	0.84	0.82	0.96	0.93	0.96	0.04	0.05
판단	부적합	적합	부적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합

측정모형의 적합도를 높이기 위해 SMC가 작은 관측변수를 제거한다. [표 4-50]은 관측변수 제거 및 적합도 지수 변화 결과를 나타낸 것이다. 먼저 SMC 값이 가장 작은 관측변수 os1을 제거한 후 적합도 지수를 확인한 결과 GFI=0.847로 적합 기준을 충족하지 못하여 관측변수 pc1을 추가로 제거 후 적합도 지수를 확인한 결과 GFI=0.851로 적용기준을 충족하였고, 적합도 검정 이외 모든 적합도 지수가 적절한 것으로 확인되었다.

[표4-50] 관측변수 제거 및 적합도 지수 변화

제거변수	χ^2	χ^2/df	GFI	AGFI	CFI	NFI	TLI	RMR	RMSEA
os1	1950.14	2.01	0.848	0.823	0.963	0.929	0.958	0.036	0.048
pc1	1799.67	1.95	0.856	0.831	0.966	0.933	0.962	0.034	0.046

이상과 같이 관측변수 2개를 제거한 후 모형의 적합도가 개선되어 최종 모형으로 확정하였다. 최종 선택된 측정모형의 적합도는 수용할 수 있는 수준을 보이고, SRW는 모두 0.7이상의 값을 가지고 있다. SMC는 조직역량 fc1이 0.68 그리고 공장자동화 at6이 0.69로 다소 작은 값을 보이나 나머지 변수는 모두 0.7이상의 값을 가져 안정적인 수준을 보인다.

제 3 절 연구가설 검정

측정모형 분석을 통해 최종 선택한 모형을 바탕으로 연구 모형을 확정한다. 확정된 잠재변수와 관측변수를 이용하여 구조방정식분석을 실시하고 연구 모형을 통해 설정한 가설검정을 진행한다.

1) 가설검정

본 연구 모형에 대한 변수들 상호 간의 가설검정을 실행하기 전에 측정모형에 포함된 모든 변수를 대상으로 전체적인 구조의 적합도 검정을 실시하였다. 분석 도구는 AMOS 22.0을 이용하였고, 모수 추정방법은 최대우도추정법(Maximum Likelihood Estimation: MLE)을 사용하였다. 연구 모형의 적합도는 [표4-48]에 있는 측정모형의 적합도 기준과 동일한 기준을 사용하였다. [표4-51]은 구조모형의 적합도 평가 결과를 나타낸 것으로, 최초 모형에서 선택된 변수를 모두 포함하여 구조모형분석을 실시한 결과 χ^2 검정과 GFI 기준이 적합도 판단기준을 충족하지 못하는 것으로 나타났다.

[표4-51] 구조모형의 적합도 평가 결과

적합기준		χ^2	χ^2/df	GFI	AGFI	CFI	NFI	TLI	RMR	RMSEA
최초	값	1879.02	2.03	0.849	0.825	0.963	0.930	0.960	0.037	0.048
	판단	부적합	적합	부적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합
fc1 제거	값	1680.20	1.91	0.861	0.837	0.969	0.936	0.969	0.036	0.045
	판단	부적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합

모형의 적합도 향상을 위해 SCM이 가장 작은 관측변수 fc1을 제거한 후 적합도를 다시 판단하였다. 제거 후 모형에서 모형 적합도 가설검정은 기각되지만 다른 적합도 지수는 최초 구조모형보다 향상된 것을 확인할 수 있다. 관측변수의 SMC는 최솟값이 0.69로 0.5를 초과하여 만족할만한 수준을 보이고 있다. 또한 구조모형분석 결과 표준화회귀계수가 1.0을 초과하는 경우, 잠재변수 간 상관계수가 0.9이상인 위반추정치는 없는 것으로 확인되었다.

연구 모형에 대한 가설검정은 구조방정식모형을 사용하였다. 가설검정에 앞서 확인적 요인분석과 측정모델 분석을 실시하여 SMC값이 낮은 측정변수를 제거하여 모형의 적합도를 향상시켰다. 수정지수(modification index)를 이용하여 오차 항들 사이의 공분산을 설정하는 방법으로 모형 적합도를 향상시킨 상태에서 가설검정을 실시하였다. 연구 모형에서 제시한 각 잠재변수들 간의 인과관계에 대한 가설검정을 실시하고, 전략적 가치 인식과 환경요인의 변수가 경영성과에 미치는 영향 관계에 대하여 수용의도가 매개하는지 검정하였다. 마지막으로 조절모형을 활용하여 기업 성장단계가 각 잠재변수들 간의 인과관계를 체계적으로 변동 시키는지에 대한 조절효과 검정을 실시하였다.

가) 직접효과 검정

가설검정은 생산·운영 요인, 경영 생산성 요인, 의사결정 요인 그리고 환경요인 등 설명변수와 반응변수인 스마트 팩토리 수용의도에 미치는 영향 관계에 대해 실시하고, 또한 수용의도 요인이 경영성과 요인에 미치는 영향 관계에 대하여 가설검정을 실시하였다. 가설검정은 유의수준 5%에서 유의한 것을 채택하였다.

첫째, “생산·운영 요인은 수용의도 요인에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H1과 관련한 검정을 실시하였다. [표4-52]는 생산·운영 요인 관련 변수와 스마트 팩토리 수용의도 요인 관련 변수와의 가설검정 결과를 나타낸 것이다.

[표4-52] 생산·운영 요인과 수용의도에 대한 가설검정 결과

가설(경로)	경로계수	SE	t값	P값	채택여부	R^2
공장자동화→도입의도	0.34	0.06	7.17	***	채택	0.120
공장자동화→지속의도	0.67	0.05	14.45	***	채택	0.444
BD분석→도입의도	0.37	0.05	7.75	***	채택	0.137
BD분석→지속의도	0.16	0.05	3.17	0.002***	채택	0.025

주) *** : $p < 0.01$

먼저 공장자동화와 스마트 팩토리 도입의도의 영향 관계를 보면, 경로계수 $\hat{\beta}=0.34$, 표준오차 0.06, $p<0.00$ 으로 유의한 것으로 나타났다. 따라서 “공장 자동화는 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H1_1은 채택되었다. 이는 공장의 자동화로 인해 생산량이 증가하고, 공장운영의 효율성이 증가한다면 중소기업 경영자는 스마트 팩토리 도입을 긍정적으로 검토할 것으로 기대할 수 있음을 의미한다. 공장자동화와 스마트 팩토리 지속의도의 영향 관계를 보면, 가설검정 결과 경로계수 $\hat{\beta}=0.67$, 표준오차 0.05, $p<0.00$ 으로 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 “공장자동화는 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H1_2는 채택되었다.

빅데이터 분석과 스마트 팩토리 도입의도의 영향 관계를 보면, 경로계수 $\hat{\beta}=0.37$, 표준오차 0.05, $p<0.00$ 으로 유의한 것을 확인되었다. 따라서 “빅데이터 분석은 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H1_3은 채택되었다. 빅데이터 분석과 스마트 팩토리 지속의도의 영향 관계를 보면, 가설검정 결과 경로계수 $\hat{\beta}=0.16$, 표준오차 0.05, $p=0.002$ 로 유의수준 5%에서 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다. “빅데이터 분석은 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H1_4는 채택되었다.

둘째, “경영 생산성 요인이 수용의도 요인에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H2와 관련한 검정을 실시하였다. [표4-53]은 경영 생산성 요인 관련 변수와 스마트 팩토리 수용의도 요인 관련 변수와의 가설검정 결과를 나타낸 것이다. 신사업 생산성과 스마트 팩토리 도입의도의 영향 관계를 보면, 경로계수 $\hat{\beta}=0.48$, 표준오차 0.04, $p<0.00$ 으로 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 “신사업 생산성은 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H2_1은 채택되었다. 신사업 생산성과 스마트 팩토리 지속의도의 영향 관계를 보면, 경로계수 $\hat{\beta}=0.48$, 표준오차 0.04, $p<0.00$ 으로 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 “신사업 생산성은 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는

가설 H2_2는 채택되었다.

[표4-53] 경영 생산성 요인과 수용의도에 대한 가설검정 결과

가설(경로)	경로계수	SE	t값	P값	채택여부	R ²
신사업 생산성→도입의도	0.48	0.04	10.22	***	채택	0.231
신사업 생산성→지속의도	0.48	0.04	10.25	***	채택	0.235
프로세스 개선→도입의도	0.51	0.04	11.16	***	채택	0.256
프로세스 개선→지속의도	0.27	0.04	5.67	***	채택	0.075

주) *** : $p < 0.01$

프로세스 개선과 스마트 팩토리 도입의도의 영향 관계를 보면, 경로계수 $\hat{\beta}=0.51$, 표준오차 0.04, $p < 0.00$ 으로 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 “프로세스 개선은 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H2_3은 채택되었다. 프로세스 개선과 스마트 팩토리 지속의도의 영향 관계를 보면, 경로계수 $\hat{\beta}=0.27$, 표준오차 0.04, $p < 0.00$ 으로 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 “프로세스 개선이 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H2_4는 채택되었다.

셋째, “의사결정 요인이 수용의도 요인에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H3과 관련한 검정을 실시하였다. [표4-54]는 의사결정 요인 관련 변수와 스마트 팩토리 수용의도 요인 관련 변수와의 가설검정 결과를 나타낸 것이다. 컨설턴트역량과 스마트 팩토리 도입의도의 영향 관계를 보면, 경로계수 $\hat{\beta}=0.38$, 표준오차 0.05, $p < 0.00$ 으로 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 “컨설턴트역량은 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H3_1은 채택되었다. 컨설턴트역량과 스마트 팩토리 지속의도의 영향 관계를 보면, 경로계수 $\hat{\beta}=0.08$, 표준오차 0.05, $p=0.095$ 로 유의수준 5%에서 통계적으로 유의하지 않는 것으로 확인되었다. 따라서 “컨설턴트역량은 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H3_2는 기각되었다.

[표4-54] 의사결정 요인과 수용의도에 대한 가설검정 결과

가설(경로)	경로계수	SE	t값	P값	채택여부	R ²
컨설팅트역량→도입의도	0.38	0.05	8.24	***	채택	0.146
컨설팅트역량→지속의도	0.08	0.05	1.67	0.095	기각	0.007
컨설팅만족→도입의도	0.53	0.05	11.83	***	채택	0.283
컨설팅만족→지속의도	0.22	0.05	4.56	***	채택	0.049

주) *** : $p < 0.01$

컨설팅만족과 스마트 팩토리 도입의도의 영향 관계를 보면, 경로계수 $\hat{\beta} = 0.53$, 표준오차 0.05, $p < 0.00$ 으로 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 “컨설팅만족은 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H3_3은 채택되었다. 컨설팅만족과 스마트 팩토리 지속의도의 영향 관계를 보면, 경로계수 $\hat{\beta} = 0.22$, 표준오차 0.05, $p < 0.00$ 으로 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 “컨설팅만족이 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H3_4는 채택되었다.

넷째, “환경요인이 스마트 팩토리 수용의도요인에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”가설 H4 관련 검정을 실시하였다. [표4-55]는 환경요인과 스마트 팩토리 수용의도 요인 관련 변수와의 가설검정 결과를 나타낸 것이다.

[표4-55] 환경요인과 수용의도에 대한 가설검정 결과

가설(경로)	경로계수	S.E.	t값	P값	채택여부	R ²
대표역량→도입의도	0.60	0.04	13.93	***	채택	0.360
대표역량→지속의도	0.57	0.04	12.78	***	채택	0.327
외부지원→도입의도	0.47	0.05	9.88	***	채택	0.217
외부지원→지속의도	0.17	0.05	3.39	***	채택	0.029
조직역량→도입의도	0.62	0.05	14.42	***	채택	0.382
조직역량→지속의도	0.45	0.05	9.74	***	채택	0.206

주) *** : $p < 0.01$

대표역량과 스마트 팩토리 도입의도의 영향 관계를 보면, 경로계수 $\hat{\beta}=0.60$, 표준오차 0.04, $p<0.00$ 으로 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 “대표역량은 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H4_1은 채택되었다. 대표역량과 스마트 팩토리 지속의도의 영향 관계를 살펴보면, 경로계수 $\hat{\beta}=0.57$, 표준오차 0.04, $p<0.00$ 으로 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 “대표역량은 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H4_2는 채택되었다.

외부지원과 스마트 팩토리 도입의도의 영향 관계를 보면, 경로계수 $\hat{\beta}=0.47$, 표준오차 0.05, $p<0.00$ 으로 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 “외부지원은 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H4_3은 채택되었다. 외부지원과 스마트 팩토리 지속의도의 영향 관계를 보면, 경로계수 $\hat{\beta}=0.17$, 표준오차 0.05, $p<0.00$ 으로 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 “외부지원이 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H4_4는 채택되었다.

조직역량과 스마트 팩토리 도입의도의 영향 관계를 보면, 경로계수 $\hat{\beta}=0.62$, 표준오차 0.05, $p<0.00$ 으로 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 “조직역량은 스마트 팩토리 도입의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H4_5는 채택되었다. 조직역량과 스마트 팩토리 지속의도의 영향 관계를 보면, 경로계수 $\hat{\beta}=0.45$, 표준오차 0.05, $p<0.00$ 으로 통계적으로 유의하다. 따라서 “조직역량은 스마트 팩토리 지속의도에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H4_6은 채택되었다.

다섯째, “스마트 팩토리 수용의도 요인이 경영성과 요인에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”가설 H5와 관련한 검정을 실시하였다. [표4-56]은 스마트 팩토리 수용의도 요인 관련 변수와 경영성과 요인 관련 변수와의 가설검정 결과를 나타낸 것이다. 도입의도와 비재무성과의 영향 관계를 보면, 경로계수 $\hat{\beta}=0.46$, 표준오차 0.04, $p<0.00$ 으로 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 “스마트 팩토리 도입의도는 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향

을 미칠 것이다.”라는 가설 H5_1은 채택되었다.

[표4-56] 수용의도 요인과 경영성과에 대한 가설검정 결과

가설(경로)	경로계수	표준오차	t값	P값	채택여부	R ²
도입의도→비재무성과	0.46	0.04	9.76	***	채택	0.214
지속의도→비재무성과	0.26	0.04	5.15	***	채택	0.065

주) *** : $p < 0.01$

스마트 팩토리 지속의도와 비재무성과의 영향 관계를 보면, 경로계수 $\hat{\beta} = 0.26$, 표준오차 0.05, $p < 0.00$ 으로 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 “스마트 팩토리 지속의도는 비재무성과에 정(+)의 유의한 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 H5_2는 채택되었다.

이상 직접효과 가설검정 결과, 생산·운영 요인, 경영 생산성 요인, 의사결정 요인, 환경요인 등이 스마트 팩토리 수용의도 요인에 미치는 영향에 대한 가설검정 결과 모두 유의한 것으로 확인되었다. 의사결정 요인의 컨설팅역량이 지속의도에 미치는 영향 관계는 $p = 0.095$ 로 유의수준 10%에서는 유의하지만 유의수준 5%에서는 유의하지 않아 가설이 기각된 것으로 처리하였다. 스마트 팩토리 수용의도 요인이 경영성과 요인에 미치는 영향에 대한 가설검정 결과 모두 유의한 것으로 확인되었다. 컨설팅역량을 제외한 설명변수는 스마트 팩토리 수용의도에 긍정적인 영향을 미친다고 결론지을 수 있다. 또한, 중소기업 경영자의 스마트 팩토리 수용의도는 스마트 팩토리 구축에 따른 비재무 경영성과에 유의한 영향을 미친다고 할 수 있다.

나) 매개효과 검정

매개효과 검정은 생산·운영 요인 등 설명변수가 경영성과 요인에 미치는 영향 관계에 대하여 수용의도가 매개 작용을 하는지 검정하는 것이다. 매개효과 검정은 부스트래핑 방법(Bootstrapping method), Sobel 검정, Aroian 검정 등이 있다.

매개변수인 수용의도는 설명변수의 결과이면서 반응변수의 원인이 된다. 수용의도가 매개변수로서 유의하게 설명변수와 반응변수를 연결하려면 첫째, 설명변수와 반응변수 간의 관계가 유의해야 하고, 둘째 설명변수와 매개변수의 관계가 유의해야 하며, 셋째 매개변수와 반응변수의 관계가 유의해야 한다. 마지막으로 매개변수가 추가된 모형에서 설명변수의 반응변수에 대한 효과가 매개변수가 없는 모형에서의 설명변수의 반응변수에 대한 효과보다 작아야 한다. 이 4가지 조건을 충족하는 경우 매개변수인 수용의도는 매개효과가 있다고 한다. 이때 총 효과는 설명변수가 반응변수에 미치는 직접효과와 설명변수가 매개변수에 미치는 효과와 매개변수가 반응변수에 미치는 효과의 곱을 합한 것이다. 그리고 설명변수가 반응변수에 미치는 효과가 없는 경우 완전매개(Complete mediation)라고 하고 설명변수가 반응변수에 미치는 효과가 통계적으로 유의하면서 매개변수가 없는 모형에서 설명변수의 반응변수에 대한 효과보다 작고 설명변수가 매개변수에 대해 유의하고 매개변수가 반응변수에 유의하면 부분매개(partial mediation)라고 한다. 본 연구에서는 Amos의 부스트래핑 방법을 이용하여 매개효과를 검정하였다.

[표4-57]은 생산·운용 요인, 경영 생산성 요인, 의사결정 요인 그리고 환경요인이 스마트 팩토리 도입의도를 매개로 경영성과 요인의 비재무성과에 미치는 영향 관계를 검정한 결과를 나타낸 것이다. 가설검정 결과, 신사업 생산성, 컨설팅만족, 대표역량, 조직역량 등 4개 변수가 비재무성과에 미치는 영향 관계에 대하여 도입의도가 완전매개 작용을 하는 것으로 나타났다. 신사업 생산성이 비재무성과에 미치는 유의한 영향 관계에 대하여 스마트 팩토리 도입의도가 매개 작용을 한다는 사실을 알 수 있다. 컨설팅만족, 대표역량 그리고 조직역량 등이 비재무성과에 미치는 유의한 영향 관계에 대하여 스마트 팩토리 도입의도가 매개 작용을 한다는 것을 나타낸다.

설명변수가 경영성과에 미치는 직접효과와 매개변수가 반응변수에 미치는 효과를 동시에 고려하는 부분매개효과에 대한 가설검정을 실시하였다. 부분매개효과 검정 결과, 완전매개효과 검정과 동일하게 신사업 생산성, 컨설팅만족, 대표역량, 조직역량 등 4개 변수에 대하여 유의한 것으로 확인되었다.

[표4-57] 도입의도의 매개효과 검정 결과

가설(경로)	완전매개		부분매개	
	간접효과	p값	간접효과	p값
공장자동화→도입의도→비재무성과	0.012	0.539	0.006	0.578
빅데이터 분석→도입의도→비재무성과	0.019	0.518	0.010	0.538
신사업 생산성→도입의도→비재무성과	0.067	0.017**	0.036	0.019**
프로세스 개선→도입의도→비재무성과	0.022	0.406	0.011	0.426
컨설팅트역량→도입의도→비재무성과	0.026	0.261	0.013	0.324
컨설팅만족→도입의도→비재무성과	0.087	0.013**	0.045	0.015**
대표역량→도입의도→비재무성과	0.077	0.018**	0.042	0.017**
외부지원→도입의도→비재무성과	0.036	0.150	0.018	0.154
조직역량→도입의도→비재무성과	0.147	0.010**	0.079	0.010**

주) ** : $p < 0.05$

[표4-58]은 생산·운용 요인 등 설명변수 요인이 지속의도를 매개로 경영성과 요인의 비재무성과에 미치는 영향 관계를 검정한 결과를 나타낸 것이다.

[표4-58] 지속의도의 매개효과 검정 결과

가설(경로)	완전매개		부분매개	
	간접효과	p값	간접효과	p값
공장자동화→지속의도→비재무성과	0.124	0.010**	0.086	0.010**
빅데이터 분석→지속의도→비재무성과	0.002	0.893	0.001	0.903
신사업 생산성→지속의도→비재무성과	0.018	0.352	0.012	0.364
프로세스 개선→지속의도→비재무성과	-0.014	0.430	-0.010	0.449
컨설팅트역량→지속의도→비재무성과	-0.012	0.272	-0.009	0.269
컨설팅만족→지속의도→비재무성과	0.028	0.066	0.019	0.069
대표역량→지속의도→비재무성과	0.064	0.010**	0.045	0.010**
외부지원→지속의도→비재무성과	-0.017	0.091	-0.012	0.092
조직역량→지속의도→비재무성과	0.030	0.021**	0.021	0.022**

주)**: $p < 0.05$

가설검정 결과, 공장자동화, 대표역량, 조직역량 등 3개의 변수가 비재무 성과에 미치는 영향 관계에 대하여 지속의도가 완전매개 작용을 하는 것으로 나타났다. 공장자동화, 대표역량, 조직역량은 유의수준 5%에서 유의하고, 부분매개효과 검정은 완전매개효과 검정과 같은 결과를 보이고 있다.

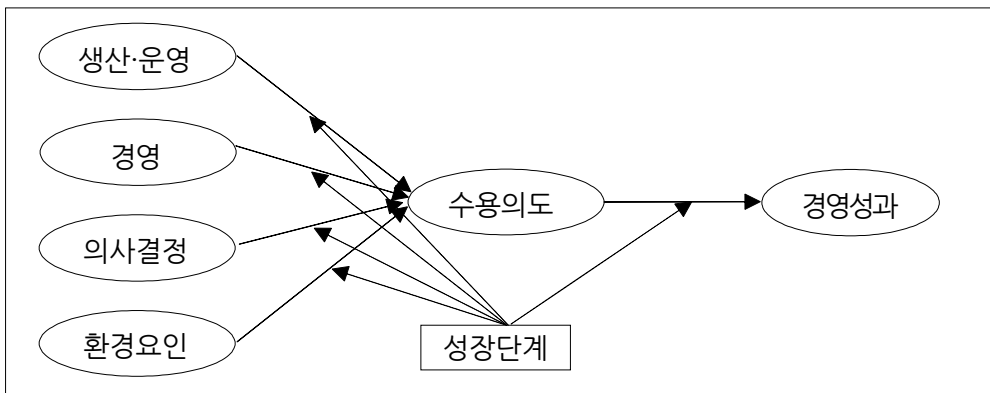
스마트 팩토리 도입의도와 지속의도의 매개효과 검정 결과 대표역량, 조직역량 변수에 대하여 도입의도와 지속의도가 공통으로 유의한 매개효과를 가지는 것으로 확인되었다. 반면 도입의도는 신사업 생산성 변수에 대하여 유의한 매개효과를 가지고, 지속의도는 공장자동화 변수에 대하여 유의한 매개효과를 가지는 것으로 확인되었다.

다) 조절효과 검정

정부의 중소기업에 대한 지원은 창업기업에 집중되어 있으나 기업은 성장단계에 따라 추가적인 금전적·비금전적 지원이 필요하다. 이는 스마트 팩토리 구축에 대한 정책적 지원에서도 마찬가지다. 대기업보다 상대적으로 열악한 경영환경에 놓여있는 중소기업은 스마트 팩토리 구축 자금이나 외부환경 등의 요인으로 인해 스마트 팩토리를 한 번에 구축하기보다 기초단계에서 시작하여 점차 고도화단계로 발전 시켜 나가길 원한다. 따라서 창업기업뿐만 아니라 스마트 팩토리를 기 구축한 사업 개시 후 7년 초과 비창업기업에 대한 지원도 필요하다. 본 절에서는 표본기업을 창업단계, 성장단계 그리고 성숙단계로 성장단계를 구분하여 이에 해당하는 집단에 대해 설명변수와 스마트 팩토리 수용의도 그리고 수용의도와 경영성과 사이에 미치는 영향에 관계에 성장단계가 조절효과를 갖는지 검정하고자 한다. 설명변수는 전략적 가치 인식에 해당하는 생산·운영 요인, 경영 생산성 요인, 의사결정 요인과 환경요인으로 구분하고, 매개변수는 도입의지와 지속의지를 구분하여 조절효과 검정을 실시한다.

조절효과검정은 창업단계기업, 성장단계기업 그리고 성숙단계기업으로 표본을 분류하고, 분류한 데이터를 이용하여 교차타당성분석에 의한 측정동일성 검정을 실행한다. 측정동일성 검정은 다중표본 확인적 요인분석(Multi-Sample

Confirmatory Factor Analysis; MCFA)을 통해 실시한다. 이것은 동일한 모집단에서 추출한 표본 집단에서 동일한 분석결과를 얻을 수 있는지를 검정하는 것이다. 측정동일성 검정이 의미가 있는 경우 구조가중치 모형에 의해 다중집단비교분석(Multi Group Structural Equation Model Analysis; MSEM)을 실시하여 비제약모형과 비교해 조절효과가 있는지 검정한다.(신권건, 2016). 측정동일성 검정은 두 집단의 차이에 대한 χ^2 검정을 실시하여 유의성을 확인하는 것으로 유의한 차이가 없다면 측정동일성은 확보되었다고 판단한다. 조절효과 검정은 설명변수의 요인별로 구분하여 실시하였으며, 수용의도는 도입의도와 지속의도로 구분하였다. [그림4-2]는 기업 성장단계의 조절효과 모형을 정리하여 도식화한 것이다.



[그림4-2] 기업 성장단계에 의한 조절 모형

기업 성장단계별 3개의 집단에 대하여 MCFA를 통해 측정동일성이 확인하였다. 측정동일성이 확보가 된 경우 MSEM를 통해 조절효과 검정을 실시한다. 조절효과 검정에서 집단 간 차이가 유의하게 나타나는 경우에는 세 집단 각각에 대해 모형의 유의성을 검정하였다. MCFA를 이용한 측정동일성 검정은 비제약모형(Unconstrained model)과 측정가중치모형(Measurement weights model)에 대한 검정통계량(χ^2 값)과 자유도를 확인하고, 두 모형의 χ^2 값 차이와 p값을 이용하여 가설검정을 실시한다. χ^2 값 차이에 대한 p값은 비제약모형이 제외된 경우의 측정가중치모형의 검정통계량에 대한 p값을 이

용한다. [표4-59]는 다중표본 확인적 요인분석을 통해 측정동일성 검정을 실시한 결과를 나타낸 것이다.

[표4-59] 기업 성장단계에 대한 측정동일성 검정 결과

요인	수용 의도	비제약모형 (UM)		측정가중치모형 (MWM)		차이		$\Delta(\chi^2)$ p값	채택 여부
		χ^2	df	χ^2	df	χ^2	df		
생산· 운영	도입 의도	473.58	333	501.08	359	27.50	26	0.384	여
	지속 의도	527.60	318	555.19	338	23.59	20	0.261	여
경영 생산성	도입 의도	476.05	252	497.51	272	21.47	20	0.370	여
	지속 의도	357.65	213	375.35	233	17.70	20	0.607	여
의사 결정	도입 의도	855.39	432	882.82	462	27.44	30	0.600	여
	지속 의도	768.41	387	789.63	415	21.22	28	0.816	여
환경	도입 의도	496.41	321	531.21	345	34.80	24	0.071	여
	지속 의도	430.67	282	458.22	304	27.55	22	0.191	여

주) UM: Unconstrained Model, MWM : Measurement Weights Model

MCFA 결과 8개 모든 가설이 유의수준 5%에서 측정동일성이 확보된 것으로 나타났다. 측정동일성이 확보된 8개의 가설에 대해서 MSEM을 이용하여 조절효과 검정을 실시하였다.

[표4-60]은 측정동일성이 확보된 8개의 가설에 대하여 조절효과 검정을 실시한 결과를 나타낸 것이다. MSEM 결과 성장단계에 대하여 조절효과가 있는 가설은 환경 요인과 지속의도와 관련한 가설(H13_2) “환경요인은 스마트 팩토리 지속의도를 통해 비재무성과에 미치는 영향 관계에서 성장단계는 조절작용을 할 것이다.”이 유일하게 유의한 조절효과가 있는 것으로 확인되었다. 기업 성장단계는 대표역량, 외부지원, 조직역량 등 환경요인과 관련한 설명변수가 스마트 팩토리 도입의도에 미치는 영향 관계 및 경영성과와의 관계에 대하여 조절작용을 하는 것으로 나타난 것이다. 즉 성장단계 세 집단 창업

단계, 성장단계, 성숙단계에 대하여 차이가 존재한다고 결론지을 수 있다.

[표4-60] 기업 성장단계의 조절효과 검정 결과

요인	수용 의도	비제약모형 (UMI)		구조가중치모형 (SWM)		차이		$\Delta(\chi^2)$ p값	검정 결과
		χ^2	df	χ^2	df	χ^2	df		
생산· 운영	도입 의도	423.89	294	454.47	324	30.58	30	0.422	기각
	지속 의도	457.61	258	478.87	286	21.14	28	0.820	기각
경영 생산성	도입 의도	425.34	252	452.90	280	27.56	28	0.488	기각
	지속 의도	414.53	219	438.15	245	23.62	26	0.600	기각
의사 결정	도입 의도	914.89	438	944.84	474	29.95	36	0.751	기각
	지속 의도	883.33	393	909.19	427	25.86	34	0.840	기각
환경	도입 의도	543.57	330	591.11	362	47.54	32	0.038**	채택
	지속 의도	516.20	291	551.34	321	35.14	30	0.237	기각

주1) UM: Unconstrained Model, SWM : Structural Weights Model

주2) ** : $p < 0.05$

조절효과 검정 결과에 따라 유의한 경로인 환경요인과 도입의도 그리고 경영성과와의 관계에 대해 창업단계, 성장단계, 성숙단계별 기업의 차이에 대한 가설검정을 진행하였다. MSEM은 세 기업 집단에 대하여 대표역량, 외부지원, 조직역량 등 설명변수가 도입의도에 미치는 영향과 도입의도가 경영성과에 미치는 영향에 대하여 각각 가설검정을 실시한다. [표4-61]은 창업단계 기업에 대한 가설검정 결과를 나타낸 것이다. 가설검정 결과, 첫째, “대표역량이 스마트 팩토리 도입의도에 미치는 영향 관계”에 대한 가설은 경로계수 $\hat{\beta} = 0.51$, 검정통계량 $t = 5.55$, $p < 0.00$ 으로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 둘째, “외부지원이 스마트 팩토리 도입의도에 미치는 영향 관계”에 대한 가설은 경로계수는 $\hat{\beta} = 0.25$, 검정통계량 $t = 4.09$, $p < 0.00$ 으로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

[표4-61] 창업단계의 MSEM 검정 결과

가설(경로)	창업기업				
	SRW	t값	p값	채택여부	R ²
대표역량→도입의도	0.51	5.55	***	채택	0.543
외부지원→도입의도	0.25	4.09	***	채택	0.543
조직역량→도입의도	0.14	1.56	0.118	기각	0.543
도입의도→비재무성과	0.50	5.94	***	채택	0.249

주) *** : $p < 0.01$

셋째, “조직역량이 스마트 팩토리 도입의도에 미치는 영향 관계”에 대한 가설에 대해 경로계수 $\hat{\beta}=0.14$, 검정통계량 $t=1.56$, $p=0.118$ 로 유의한 정(+)의 영향을 미치지 못하는 것으로 확인되었다. 넷째, “스마트 팩토리 도입의도가 비재무성과에 미치는 영향 관계”에 대한 가설은 경로계수 $\hat{\beta}=0.50$, 검정통계량 $t=5.94$, $p < 0.00$ 으로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 결론적으로 창업단계는 대표역량과 외부지원은 스마트 팩토리 도입의도에 유의한 영향을 미치고 도입의도는 비재무 경영성과에 유의한 영향을 미친다. 다만 조직역량은 스마트 팩토리 도입의도에 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다으며, 이는 창업기업으로 직원의 역량이 경영자의 도입의도에 긍정적인 영향을 미칠 만큼 만족스럽지 못한다고 추정해 볼 수 있다.

[표4-62]는 성장단계 기업에 대한 가설검정 결과를 나타낸 것이다.

[표4-62] 성장단계의 MSEM 검정 결과

가설(경로)	성장기업				
	SRW	t값	p값	채택여부	R ²
대표역량→도입의도	0.16	1.87	0.062	기각	0.400
외부지원→도입의도	0.24	3.03	.003***	채택	0.400
조직역량→도입의도	0.35	3.80	***	채택	0.400
도입의도→비재무성과	0.49	6.22	***	채택	0.244

가설검정 결과, 첫째, “대표역량이 스마트 팩토리 도입의도에 미치는 영향 관계”에 대한 가설은 경로계수 $\hat{\beta}=0.16$, 검정통계량 $t=1.87$, $p=0.062$ 로 유의수준 5%에서 유의한 정(+)의 영향을 미치지 못하는 것으로 확인되었다. 둘째, “외부지원이 스마트 팩토리 도입의도에 미치는 영향 관계”에 대한 가설은 경로계수 $\hat{\beta}=0.24$, 검정통계량 $t=3.03$, $p=0.003$ 로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 셋째, “조직역량이 스마트 팩토리 도입의도에 미치는 영향 관계”에 대한 가설에 대해 경로계수 $\hat{\beta}=0.35$, 검정통계량 $t=3.80$, $p<0.00$ 으로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 넷째, “스마트 팩토리 도입의도가 비재무성과에 미치는 영향 관계”에 대한 가설은 경로계수 $\hat{\beta}=0.49$, 검정통계량 $t=6.22$, $p<0.00$ 으로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 결론적으로 성장단계는 외부지원, 조직역량 등은 스마트 팩토리 도입의도에 유의한 영향을 미치고, 도입의도는 비재무성과에 유의한 영향을 미치나 대표역량은 도입의도에 유의한 영향을 미치지 못한다.

[표4-63]은 성숙단계 기업에 대한 가설검정 결과를 나타낸 것이다. 가설검정 결과, 첫째, “대표역량이 스마트 팩토리 도입의도에 미치는 영향 관계”에 대한 가설은 경로계수 $\hat{\beta}=0.22$, 검정통계량 $t=2.75$, $p=0.006$ 으로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 둘째, “외부지원이 스마트 팩토리 도입의도에 미치는 영향 관계”에 대한 가설은 경로계수는 $\hat{\beta}=0.14$, 검정통계량 $t=2.18$, $p=0.029$ 로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

[표4-63] 성숙단계의 MSEM 검정 결과

가설(경로)	성숙기업				
	SRW	t값	p값	채택여부	R^2
대표역량→도입의도	0.22	2.75	0.006***	채택	0.567
외부지원→도입의도	0.14	2.18	0.029**	채택	0.567
조직역량→도입의도	0.52	6.131	***	채택	0.567
도입의도→비재무성과	0.38	4.38	***	채택	0.141

셋째, “조직역량이 스마트 팩토리 도입의도에 미치는 영향 관계”에 대한 가설에 대해 경로계수 $\hat{\beta}=0.52$, 검정통계량 $t=6.131$, $p<0.00$ 으로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 넷째, “스마트 팩토리 도입의도가 비재무 성과에 미치는 영향 관계”에 대한 가설은 경로계수 $\hat{\beta}= .38$, 검정통계량 $t=4.38$, $p<0.00$ 으로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 결론적으로 성숙단계는 대표역량, 외부지원, 조직역량 등 모든 설명변수가 스마트 팩토리 도입의도에 유의한 영향을 미치고 도입의도는 비재무 경영성과에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

2) 가설검정 결과 요약

연구 모형과 관련한 직접효과 검정, 매개효과 검정 그리고 조절효과 검정 결과에 대하여 정리하면 다음과 같다. 직접효과 검정 결과 공장자동화, 빅데이터 분석, 신사업 생산성, 프로세스 개선, 컨설턴트역량, 컨설팅만족, 대표역량, 외부지원, 조직역량 등 모든 설명변수가 스마트 팩토리 도입의도와 지속의도에 대하여 유의한 것으로 확인되었다. 다만 컨설턴트역량이 지속의도에 미치는 영향 관계에 대해서는 유의수준 5%에서 유의하지 못하는 것으로 나타났다. 가설검정 결과가 의미하는 바는 제조 현장의 생산설비와 공장운영과 관련한 공장의 자동화 설비, 제조 빅데이터 분석 시스템, 스마트 팩토리를 구축할 경우 예상되는 신규 사업과 프로세스 개선을 통한 경영 생산성 향상, 컨설턴트의 역량과 컨설팅에서 만족한 결과, 대표자의 경영능력과 회사 직원들의 업무수행능력 그리고 외부 기관의 지원 등은 중소기업의 경영자가 스마트 팩토리를 구축하려는 의도 및 지속적인 사용의도에 유의한 영향을 미친다는 것을 의미한다. 또한 스마트 팩토리 도입의도는 스마트 팩토리 구축을 통해 경영성과에 유의한 영향을 미치고, 스마트 팩토리를 업그레이드 하거나 고도화하려는 의지는 스마트 팩토리 도입으로 업무 방법을 개선하는 효과에 영향을 미친다고 할 수 있다. [표4-64]는 20개의 설명변수가 반응변수인 수용의도 그리고 수용의도가 경영성과에 대하여 미치는 직접효과에 대한 가설

검정 결과를 나타낸 것이다. 20개의 직접효과 가설 중 19개 가설이 채택되었고, 1개 가설이 기각되었다.

[표4-64] 직접효과 가설검정 결과 요약

가 설		채택여부
H1_1	공장자동화는 SF 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H1_2	공자자동화는 SF 지속의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H1_3	빅데이터 분석은 SF 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H1_4	빅데이터 분석은 SF 지속의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H2_1	신사업 생산성은 SF 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H2_2	신사업 생산성은 SF 지속의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H2_3	프로세스 개선은 SF 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H2_4	프로세스 개선은 SF 지속의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H3_1	컨설팅역량은 SF 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H3_2	컨설팅역량은 SF 지속의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	기각
H3_3	컨설팅만족은 SF 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H3_4	컨설팅만족은 SF 지속의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H4_1	대표역량은 SF 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H4_2	대표역량은 SF 지속의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H4_3	외부지원은 SF 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H4_4	외부지원은 SF 지속의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H4_5	조직역량은 SF 도입의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H4_6	조직역량은 SF 지속의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H5_1	SF 도입의도는 비재무성과에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H5_2	SF 지속의도는 비재무성과에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택

[표4-65]는 설명변수와 경영성과 관계에 대한 수용의도의 매개 작용 검정 결과를 나타낸 것이다. 검정 결과 18개 가설 중 7개 가설이 채택되고, 11개 가설이 기각되었다. 도입의도, 지속의도 모두 유의한 것은 대표역량과 조직역

량 관련 가설이고, 신사업 생산성과 컨설팅만족은 도입의도에 대해서만 유의한 결과가 나왔다. 공장자동화는 지속의도에 대해서만 유의한 것으로 나타났다.

[표4-65] 매개효과 가설검정 결과 요약

가 설		채택여부
H6_1	공장자동화는 도입의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	기각
H6_2	공장자동화는 지속의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	채택
H6_3	BD분석은 도입의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	기각
H6_4	BD분석은 지속의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	기각
H7_1	신사업 생산성은 도입의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	채택
H7_2	신사업 생산성은 지속의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	기각
H7_3	프로세스 개선은 도입의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	기각
H7_4	프로세스 개선은 지속의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	기각
H8_1	컨설팅트역량은 도입의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	기각
H8_2	컨설팅트역량은 지속의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	기각
H8_3	컨설팅만족은 도입의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	채택
H8_4	컨설팅만족은 지속의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	기각
H9_1	대표역량은 도입의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	채택
H9_2	대표역량은 지속의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	채택
H9_3	외부지원은 도입의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	기각
H9_4	외부지원은 지속의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	기각
H9_5	조직역량은 도입의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	채택
H9_6	조직역량은 지속의도를 매개로 비재무성과에 정의 영향 미침.	채택

[표4-66]은 기업 성장단계에 대한 조절효과 검정 결과를 나타낸 것이다. 조절효과 검정을 위해 3개의 집단 사이에 측정동일성이 존재하는지 다중표본 확인적 요인분석(MCFA)을 실시하였다. 설명변수 각 요인에 대하여 MCFA를 통한 측정동일성은 4개의 설명변수 요인과 도입의도와 지속의도 각각에 해당하는 8가지 경우 모두 유의한 것으로 나타났다. 조절효과 검정 결과 환경요인

과 지속의도 및 경영성과 사이의 경로만이 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 환경요인에 대한 3가지 기업 성장단계 집단에 대해 SEM을 실시하였다.

[표4-66] MSEM 검정 결과 요약

성장단계	가설(경로)	채택여부
창업단계	대표역량 → 도입의도	채택
	외부지원 → 도입의도	채택
	조직역량 → 도입의도	기각
	도입의도 → 비재무성과	채택
성장단계	대표역량 → 도입의도	기각
	외부지원 → 도입의도	채택
	조직역량 → 도입의도	채택
	도입의도 → 비재무성과	채택
성숙단계	대표역량 → 도입의도	채택
	외부지원 → 도입의도	채택
	조직역량 → 도입의도	채택
	도입의도 → 비재무성과	채택

창업단계는 조직역량이 도입의도에 미치는 영향과 도입의도가 비재무성과에 미치는 영향에 대해서 유의하지 않은 것으로 확인되었고, 나머지 가설은 모두 유의한 것으로 나타났다. 성장단계는 대표역량이 도입의도에 미치는 영향 관계에 대해서 유의하지 않은 것으로 확인되었고, 성숙단계는 모든 가설이 유의한 것으로 확인되었다. 외부지원은 스마트 팩토리 도입의도에 대해 그리고 도입의도는 비재무성과에 대해 기업의 성장단계별로 차이가 있는 것으로 확인되었으며 정부의 지원은 기업의 성장단계별로 차별화된 지원이 필요함을 시사한다. 대표역량은 창업단계와 성숙단계에서 스마트 팩토리 도입에 대해 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되었으며, 조직역량은 창업기업은 조직의 역량이 미미하지만, 성장단계 및 성숙단계 등 업력이 오래될수록 조직의 역량도 스마트 팩토리 도입의도 및 기업성과에 미치는 영향이 유의함을 알 수 있다.

제 5 장 결 론

제 1 절 연구결과 및 시사점

1) 연구결과

본 연구는 기술수용모형과 Elizabeth & Michael 모형을 바탕으로 중소기업의 스마트 팩토리 구축에 대한 수용의도와 경영성과에 영향을 미치는 설명변수를 전략적 가치 인식(가회광, 2014; Elizabeth & Michael (2004))과 환경요인(Tornatzky & Fleischer, 1990) 측면에서 도출하고 이들 변수사이의 영향 관계를 연구한 것이다. 스마트 팩토리는 4차 산업혁명의 핵심 키워드 중 하나로 제조업의 경쟁력 향상을 위해 자동화된 생산 공정에 빅데이터 분석을 기반으로 생산, 유통, 소비에 이르는 전 제품수명주기기간을 관리하는 생산시스템이다.

스마트 팩토리를 구축하는 대부분의 중소기업은 기존 생산설비에 IoT, RFID, 각종 센서를 부착하고, 순차적인 자동화, 연결화, 빅데이터화를 통해 스마트 팩토리를 도입하고 있다. 또한 제품의 제조, 유통 및 판매 등 제품수명 전 과정에서 발생하는 데이터를 분석하여 품질향상, 생산 효율화, 각종 의사결정을 위해 빅데이터 분석을 실시하여 스마트한 공장으로 진화를 거듭하고 있다. 한편 중소기업은 자금과 인력 측면에서 새로운 생산시스템의 도입 또는 새로운 시스템으로 전환하는 것에 많은 어려움을 겪는다. 따라서 스마트 팩토리 구축 단계에 있거나 구축을 고려하고 있는 중소기업에 스마트 팩토리 구축과 관련된 여러 가지 요인을 선별적으로 제공하는 것은 중소기업의 스마트 팩토리 도입에 도움이 될 것이다.

본 연구는 이러한 중소기업이 효과적으로 스마트 팩토리를 구축할 수 있는 방안을 제시하기 위해 선행연구를 바탕으로 설명변수와 반응변수를 도출하고 이들 변수들 간의 영향 관계를 분석하였다. 실증분석을 위해 중소기업을 영위하는 경영자를 대상으로 설문조사를 실시하여 자료를 수집하였다.

스마트 팩토리 구축은 중소기업에게 많은 자금을 필요로 하고, 새로운 설비와 기술을 수용하는 것으로 전략적 가치 판단과 기업의 내·외부 환경 요인을 분석하여 도입 여부를 판단해야 하는 중요한 의사결정 문제다.

스마트 팩토리 도입과 관련한 설명변수는 이러한 전략적 가치 인식과 환경요인을 분석하여 선택하였다. 전략적 가치 인식에는 생산·운영 요인, 경영 생산성 요인, 의사결정 요인으로 나누어 관련 변수를 추출하였다. 생산·운영 요인에는 스마트 팩토리를 통한 생산성 향상과 공장 운영에 필요한 요인인 공장자동화 및 빅데이터 분석을 설명변수로 선택하였다.

경영 생산성 요인은 스마트 팩토리 도입으로 새로운 제품의 생산 기회가 발생하고, 생산프로세스를 개선하여 공장을 혁신하는 활동과 관련된 신사업 생산성과 프로세스 개선을 설명변수로 선택하였다. 그리고 의사결정 요인은 전문 인력과 조직이 부족한 중소기업의 경영자가 스마트 팩토리 도입과 관련한 전문적인 조언을 얻을 수 있는 컨설팅과 관련한 컨설턴트역량과 컨설팅만족을 설명변수로 선택하였다.

환경요인은 내부환경과 외부환경으로 구분하여 내부환경은 대표역량과 기업 조직역량을 설명변수로 하고, 외부환경은 스마트 팩토리 구축과 관련한 기업외부 금융지원 및 비금융지원 등과 관련한 외부지원을 설명변수로 선택하였다. 스마트 팩토리 수용도에는 도입의도와 지속의도를 변수로 구성하였다. 스마트 팩토리 도입의도는 스마트 팩토리를 도입 이후 추가적인 업그레이드를 통한 단계 향상의 의도와 관련된 것이고, 지속의도는 스마트 팩토리를 다른 생산시스템으로 변경하지 않고 계속 사용할 의도와 관련된 변수다. 경영성과는 재무제표에서 산출되는 재무적 성과가 아닌 비재무적 경영성으로 구성하였다.

이들 변수들로 구성된 연구 모형을 제시하고 신뢰성과 타당성을 확인하기 위해 신뢰성검정, 확인적 요인분석, 집중 타당성 및 판별 타당성 분석을 실시하였다. 측정모형과 연구 모형의 적합도 검정을 통해 적합도 기준을 충족하는 모형을 설정하였다. 제시한 연구 모형과 관련한 가설은 설명변수가 반응변수인 스마트 팩토리 수용의도 요인에 미치는 직접효과 가설, 설명변수가 반응변수인 경영성과에 미치는 영향에 대해 스마트 팩토리 수용의도가 매개효과를

갖는지에 대한 매개효과 가설 그리고 기업 성장단계별 집단이 설명변수와 매개변수 및 반응변수와의 관계에 대해 조절작용을 하는지에 대한 조절효과 검정을 실시하였다.

생산·운영 요인 관련 변수와 수용의도에 관한 가설검정 결과, 공장자동화와 빅데이터 분석은 스마트 팩토리 수용의도에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 경영 생산성 요인 관련 변수인 신사업 생산성과 프로세스 개선은 스마트 팩토리 수용의도에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 의사결정 요인 관련 변수인 컨설턴트역량과 컨설팅만족은 스마트 팩토리 수용의도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 그러나 컨설턴트역량은 지속의도에 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 확인되었다. 환경 요인은 대표역량, 외부지원, 조직역량 모두 스마트 팩토리 수용의도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 스마트 팩토리 수용의도는 비재무적 경영성과에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다.

매개효과 검정 결과, 스마트 팩토리 도입의도를 매개로 설명변수가 비재무성과에 미치는 영향에 대해 신사업 생산성, 컨설팅만족, 대표역량, 조직역량 등이 비재무성과에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났고, 지속의도를 매개로 설명변수가 비재무성과에 미치는 영향에 대해 공장자동화, 대표역량 그리고 조직역량 등이 비재무성과에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

기업 성장단계의 조절효과 검정 결과, 환경요인이 스마트 팩토리 도입의도를 통해 비재무적 경영성과에 미치는 영향 관계에 대해서만 조절작용을 하는 것으로 나타났다. 조절효과 검정을 통해 유의한 경로에 대한 성장단계별 가설검정 결과를 보면, 창업단계는 대표역량, 외부지원은 스마트 팩토리 도입의도에 유의한 영향을 미치고, 도입의도는 비재무적 경영성과에 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 그러나 조직역량이 스마트 팩토리 도입의도에 미치는 영향은 유의하지 않은 것으로 확인되었다. 성장단계는 대표역량이 스마트 팩토리 도입의도에 대해 유의수준 5%에서 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났으나 외부지원, 조직역량은 유의한 것으로 확인되었다. 스마트 팩토리 도입의도는 비재무적 경영성과에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 성숙단계는 대표역량, 외부지원, 조직역량 모두 스마트 팩토리 도입의도에

유의한 영향을 미치고, 스마트 팩토리 도입의도는 비재무적 경영성과에 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이상의 연구 결과를 통해 도출한 이론적 측면과 실무적 측면에서 시사점은 다음과 같다.

2) 시사점

본 연구를 통해 얻을 수 있는 시사점을 이론적 측면과 실무적 측면에서 제시하고자 한다. 먼저 이론적 측면의 시사점은 첫째, 스마트 팩토리 도입의도 및 성과에 영향을 미치는 영향요인으로 전략적 가치 인식과 환경요인을 검토하여 이론적으로 제시하고 실증분석을 통해 검정된 변수와 측정항목을 제시하였다는 점이다. 설명변수와 반응변수와의 관계를 구조방정식모형을 통하여 검정함으로써 설명변수가 도입의도 및 경영성과에 미치는 영향 관계를 측정했다는 측면에서 이론적 의미가 있다고 할 수 있다. 둘째, 스마트 팩토리 수용의도에 대한 설명변수와 반응변수, 매개변수 및 조절변수를 정의하고, 신뢰성과 타당성 검정을 통해 확정된 측정항목을 제시함으로써 중소기업과 관련한 스마트 팩토리 연구의 이론적인 부분을 제시하였다. 셋째, 중소기업에 대한 스마트 팩토리 구축단계를 기초1단계, 기초2단계, 중간1단계, 중간2단계 그리고 고도화 단계로 정의하고, 각 단계에 대한 재무적·비재무적 특성을 제시하여 향후 중소기업의 스마트 팩토리에 관한 기준을 제시하였다. 넷째, 기업의 성장단계를 업력에 따라 창업단계, 성장단계, 성숙단계로 구분하고 설문자료와 재무비율을 기준으로 AVOVA 검정을 실시하여 유의한 변수를 도출하여 성장단계 분류에 대한 이론적 근거를 제시하였다.

본 연구를 통해 얻을 수 있는 제시할 수 있는 실무적 시사점은 첫째, 중소기업이 스마트 팩토리 시스템 도입과 관련하여 고려해야 할 요인들을 실증적 검정을 통해 제시하였다는 점이다. 둘째, 스마트 팩토리 수용의도에 영향을 미치는 전략적 가치 인식과 환경요인의 영향 관계를 규명하고, 신뢰성 및 타당성이 확보된 측정항목을 제시함으로써 정부의 중소기업 스마트 팩토리 지원 정책과 관련하여 가이드라인을 제시하였다고 할 수 있다. 셋째, 설명변수들이 스마트 팩토리 수용의도를 매개로 비재무적 경영성과에 영향을 미치는 변수를 도출하여 제시함으로써 향후 스마트 팩토리 도입할 기업에 대한

의사결정에 실무적인 가이드라인을 제시하였다. 넷째, 기업의 성장단계별 기업 집단의 차이가 설명변수와 매개변수 그리고 반응변수 사이에 미치는 영향 관계에 대한 조절효과 검정을 통해 환경요인이 스마트 팩토리 도입의도와 재무적 경영성과에 미치는 영향 관계에 대해 유의하다는 것을 밝혔다. 이 검정결과를 통해 기업의 성장단계에서 대표역량, 외부지원, 조직역량이 중요한 요소임을 확인하였다. 특히 외부지원은 정부의 금전적·비금전적 정책지원이 포함되어 있어, 기업의 성장단계별로 스마트 팩토리 지원을 차별화해야 함을 시사하고 있다.

제 2 절 연구의 한계 및 향후 방향

본 연구는 스마트 팩토리의 구축과 성과에 대한 실증연구를 통해 의미 있는 연구 결과를 도출하고 이를 바탕으로 시사점을 제시하였다. 반면 연구 과정에서 느낀 한계점도 있다. 첫째, 중소기업만이 느끼는 스마트 팩토리 구축과 관련한 실질적인 문제점과 더 많은 구축사례를 통해 중소기업에게 특화된 솔루션을 제공할 필요가 있다는 것이다. 스마트 팩토리 구축은 대부분 중견기업 또는 대기업과 같이 어느 정도 업력과 외형 그리고 자금 여력이 있는 기업에서 이루어지고 있다. 따라서 스마트 팩토리 구축 성과나 효과 등에 관한 연구는 대부분 중소기업에게 적용이 어려운 부분이 있다.

둘째, 본 연구 대상이 중소기업임을 감안 스마트 팩토리 구축 기초단계를 기초1단계와 기초2단계로 구분하였다. 기존의 스마트 팩토리 성숙단계는 중소기업, 중견기업, 대기를 망라하여 적용하고 있는 것으로 기업 규모별로 보면 중소기업이 기초단계, 중견기업이 중간1단계 그리고 대기업이 중간2단계 또는 고도화 단계로 구분이 된다. 그러나 중소기업의 관점에서 스마트 팩토리 성숙단계를 보다 세분화하고 구체화하여 성숙단계를 새롭게 정의해야 정부 기관 또는 기업 외부의 지원정책이 효과적이고, 또한 중소기업의 스마트 팩토리 구축과 관련한 성과를 연구가 효과적일 것으로 생각한다.

셋째, 중소기업의 스마트 구축단계별 재무적 특성을 연구하여 제시하였으나 450개의 표본은 중소기업의 재무적 특성을 반영하기에 부족하다. 따라서 더욱 많은 기업 자료를 바탕으로 재무적 특성을 연구할 필요가 있다. 넷째, 중소기업의 스마트 팩토리 구축은 업력별 차이뿐만 아니라 지역에 따른 업종별 차이가 있을 수 있으나 이들 특성에 대한 연구가 이루어지지 못했고, 지역별 차이에 따른 시사점 도출도 제시하지 못한 한계가 있다.

본 연구의 한계점을 보완하기 위한 향후 연구방향을 다음과 같이 제시한다. 첫째, 중소기업에 대한 스마트 팩토리 구축단계 또는 성숙단계를 재정의하는 연구가 필요하다. 이는 중소기업의 정책적 지원 및 경쟁력 강화를 위해서도 의미 있는 연구가 될 것이다.

둘째, 중소기업의 재무자료에 스마트 팩토리 도입 시기에 대한 정보를 추

가하여 스마트 팩토리 도입 연차별 스마트 팩토리 구축 효과를 연구하는 것도 의미 있을 것으로 사료된다. 이를 통해 대부분의 연구가 일정 시점에서 성과나 효과를 분석하는 한계를 극복하고 시계열자료를 통해 시차별 지속적인 지원을 위한 방향을 제시할 수 있을 것으로 생각된다.

셋째, 중소기업의 스마트 팩토리 도입에 대한 지역별 산업 특성에 따른 도입의도 또는 경영성과에 대한 연구를 통해 보다 세분화된 지원책을 제시할 수 있을 것으로 생각된다. 마지막으로 본 연구에서 제외된 스마트 팩토리 도입 예정 기업에 대한 연구를 통해 스마트 팩토리 도입기업과 재무적 특성을 비교·분석하고, 미 도입 사유를 분석하는 것도 정책적 지원에 도움이 될 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 강원진, 이병헌, 오왕근. (2012). 국내 벤처기업의 성장단계별 외부자원 활용이 기술혁신성과에 미치는 영향. 『벤처창업연구』, Vol.7, No.1, 35-45.
- 경정익, 이국철. (2015). 부동산분야의 빅데이터 도입의도에 미치는 영향요인에 관한 연구. 『부동산분석』, 제1권 제1호, 51-70.
- 경중수, 이보형. (2011). 정책연구: 중소기업 경쟁력 강화를 위한 지원정책의 기업 성장단계별 차별화 방안. 『중소기업연구』, 32(4) : 57-79.
- 곽민홍. (2019). “스마트 팩토리 핵심기술 적용에 따른 경영성과 분석연구-수준별 단계 및 경영성과에 영향을 주는 변수 중심으로-”. 서울과학기술대학교 대학원 석사학위논문.
- 관계부처 합동. (2015). 『제조업 혁신 3.0 전략 실행대책』.
- 구본진, 이종선, 이미화, 손석호. (2018). 국내 스마트 제조 정책과 지원 현황 및 개선 방안. 『한국과학기술기획평가원』, 2018-01, 통권 제219호.
- 구정대. (2009). 기업의 핵심역량과 비재무적 및 재무적 경영성과간의 관계. 『관광연구』, 제23권 제4호, 259-277.
- 국립중앙과학관 : <https://smart.science.go.kr/scienceSubject/main/list.action>
- 권도훈. (2018). “발전소 스마트 팩토리 활동이 설비운영의 효율화에 미치는 영향”. 경북대학교 대학원 석사학위논문.
- 권세인. (2019). “스마트 팩토리 도입의 핵심성공요인과 기업성과에 관한 실증연구 -국내 중소 제조기업을 중심으로-”. 단국대학교 대학원 박사학위논문.
- 권혁성, 김준모. (2015). connected smart factory 개념과 정책동향. 『한국섬유공학회』, Vol.19, No.2, 125-131.
- 길형철. (2019). “스마트 공장 수용 요인과 성과 분석을 위한 실증적 연구 -TOE 및 IS성공모델을 중심으로-”. 한성대학교 대학원 박사학위논문.
- 김강원. (2017). 『실무로 배우는 빅데이터 기술. 데이터수집, 적재, 처리, 분석, 머신러닝까지』, 서울 : 위키북스.

- 김권중, 김문철. (2003). 『재무제표분석과 가치평가』, 서울: 다산출판사.
- 김기봉. (2019). “확장된 통합 기술수용(UTAUT2) 모델을 적용한 드론기술 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 호서대학교 벤처대학원 박사학위논문.
- 김기웅. (2016). "중소기업의 사물인터넷 수용에 영향을 미치는 요인에 관한 연구-통합기술수용이론(UTAUT)을 적용하여-". 한세대학교 대학원 박사학위논문.
- 김민주, 이엽. (2018). 『클라우드 슈밤의 제4차 산업혁명 THE NEXT』, 서울 : 새로운 현재.
- 김봉진. (2016). "서버트 리더십, MCS의 이용, 조직역량, 그리고 조직성과간의 관계에 관한 연구". 동아대학교 대학원 박사학위논문.
- 김상문. (2009). 생존분석을 이용한 중소기업 부실예측과 생존시간 추정. 『중소기업금융연구』
- 김상문. (2018). 컨설턴트 역량이 수진기업의 참여도와 재이용에 미치는 영향, 중소기업금융연구. Vol.38, No.1, 3-26.
- 김상정. (2010). “기업의 성장단계에 따른 본질가치 평가모형의 적합성에 관한 연구”. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.
- 김성현, 장석호, 이상원. (2017). 정형 비정형 빅데이터의 융합분석을 위한 소비자트렌드 플랫폼 개발. 『디지털융복합연구』, Vol.15, No.6, 133-143.
- 김승택. (2017). 스마트 팩토리의 성공적 도입을 위한 고려사항, 딜로이트 안진회 제법인, Strategy Consulting Group.
- 김영수. (2018). “3D 프린팅 산업에 대한 사회경제환경 융합형 UTAUT 모델을 통한 기업의 3D 기술 수용의도 분석”. 경희대학교 테크노경영대학원 석사학위논문
- 김은영. (2011). “한국 제조업의 기술혁신 결정요인에 관한 연구: 기업규모, 네트워크, 기술체제를 중심으로”. 부경대학교 대학원 박사학위논문.
- 김장수. (2017). “빅데이터 기반 시공간 센서 데이터처리 시스템”. 건국대학교 대학원 박사학위논문.
- 김재성. (2017). “스마트팩토리 구축을 위한 중소제조공정 빅데이터 분석 적용방안 : 자동차 부품 제조공정을 중심으로”. 충북대학교 대학원 박사학위논문.

- 김정숙. (2012). 빅데이터 활용과 관련기술 고찰. 『한국콘텐츠학회논문지』, Vol.10, No.1, 34-40.
- 김지대, 지수영, 유관희. (2018). 중소기업에서 외부 제조 빅데이터 기술이전 성과에 영향을 끼치는 요인에 관한 연구: 한국전자통신연구원의 기술 이전 사례, 『정보기술아키텍처연구』, 15(3), 307-327.
- 김지대, 지수영, 유관희, 조완섭, 송영욱. (2016). An Empirical Analysis on the Design Strategy of Big Data System in the context of Small and Medium-Sized Manufacturing Firms. 『정보화연구』, Vol.13, No.4, 521-532
- 김진수, 김도일, 임세현. (2001). 무선인터넷 서비스 전략수립을 위한 계량 모델 개발, 『Information Systems Review』, Vol.3, No.2, 2001, 369-386.
- 김진원. (2018). “UTAUT2를 활용한 모바일 공연영상 서비스 수용의도에 미치는 요인 탐색 연구”. 중앙대학교 대학원 석사학위논문
- 김진하. (2016). 제4차 산업혁명시대 미래사회 변화에 대한 전략적 대응 방안 모색, 『KISTEP InI』, 제15호, 한국과학기술기획평가원.
- 김태호, 김학선. (2016). 수정된 기술수용모델을 이용한 푸드테크산업 소비자의 배달앱 기술수용의도에 관한 연구, 『관광학연구』, Vol.40, No.5, 127-144.
- 김현구. (2019). “스마트 팩토리의 지속의도와 전환의도에 관한 실증연구”. 부산대학교 국제전문대학원 박사학위논문.
- 김현근. (2014). “R을 이용한 빅데이터 사례 분석”. 호서대학교 대학원 석사학위논문.
- 김형철. (2014). “중소기업의 성장단계별 재무특성에 관한 연구”. 목포대학교 경영행정대학원 석사학위논문.
- 김 호, 김병근. (2012). 정부보조금의 민간연구개발투자에 대한 효과분석. 『한국기술혁신학회지』, Vol.15, No.3, 649-674.
- 나준호, 최드림. (2016). 미국, 독일, 일본의 스마트 팩토리 전략, 『LG경제연구소』
- 나형배. (2018). "중소기업 스마트팩토리 구축을 위한 공정/설비 부문 방법론에 대한 연구". 공주대학교 대학원 석사학위논문.

- 남수태, 신성운, 진찬용. (2014). 기술수용모델 선행요인에 관한 문헌적 고찰 및 메타분석, 『한국정보통신학회논문지』, Vol.18, No.4, 848-854.
- 남주하, 김정렬, 노맹석, 김태영. (2015). 신용보증의 성과분석과 주요 사업 적정성 검토, 『서강대학교 산학협력단』.
- 노규성, 박상휘. (2014). 제조실행시스템의 빅데이터 적용방안에 대한 탐색적 연구. 『디지털융복합연구』, Vol.12, No.1, 305-311
- 노규성, 조남재. (2010). 『Laudon & Laudon, 2006』
- 노규성. (2014). 『기업을 바꾼 10대 정보시스템』, 서울 : 커뮤니케이션북스
- 노상도. (2016). 스마트팩토리과 사이버물리시스템 기술, 『한국통신학회지(정보와 통신)』, 33(11), 3-7.
- 노영동. (2019). “중소제조기업 최고경영자의 역량이 경영성과에 미치는 영향에 관한 연구”. 한국항공대학교 대학원 박사학위논문.
- 노용환. (2014). 정책자금 이용기업의 선정과 정책자금의 사적·사회적 성과에 관한 연구. 『기업가정신과 벤처연구』, Vol.17, No.1, 1-17
- 노용환, 홍성철. (2011). 한국 중소기업의 성장경로 연구: 사업체 수준 통합자료 분석. 통계연구, Vol.16, No.2, 82-109.
- 딜로이트. (2015). 『유연 생산체계를 구현하는 smart factory: 생산 전략의 효과적 운용방안』, Deloitte Anjin review.
- 명상일. (2018). “IoT 기반의 스마트 공장 자동화 관리 시스템 구축에 관한연구”. 동명대학교 대학원 박사학위논문
- 민성희. (2017). 『Weekly KDB Report』, p6.
- 박상문, 이병현. (2005). 외부자원활용이중소기업의기술혁신성과에미치는영향, 『중소기업연구』, 제8권2호, 181-206.
- 박산운, 이 찬. (2011). 중소기업 최고경영자의 역량모델 개발. 『농업교육과 인적자원개발』, Vol.43, No.1, 87-106.
- 박정해. (2018). “UTAUT 응용을 통한 신재생에너지 사용의도에 영향을 미치는 요인 연구”. 한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원 석사학위논문
- 박제선. (2019). “스마트 팩토리 구축 의지와 실행에 관한관계 분석 (정부 지원금과 기업 부담금의 조절효과를 중심으로)”. 부산대학교 대학원 석사학위논문

- 박종필. (2017). 인터스트리 4.0시대의 스마트 팩토리 성공 사례 분석: 국내 대·중·소기업을 대상으로, 『한국디지털정책학회』, Vol.15, No.5, 107-115.
- 박호란. (2015). “컨설턴트 역량이 컨설팅 만족도와 성과에 미치는 영향 연구”. 한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원 석사학위논문
- 배병축. (2017). “스마트공장의 기술적 요인이 경영성과에 미치는 영향 : 스마트공장 지원사업 수혜기업을 중심으로”. 한양대학교 대학원 석사학위논문.
- 백미량. (2014). “제대군인의 관리자 역량에 대한 교육요구분석”. 한국기술교육대학교 대학원 석사학위논문.
- 백영민. (2017). 『R을 이용한 텍스트 마이닝』, 서울 : 한울 아카데미.
- 변대호. (2016). 스마트공장 동향과 모델공장 사례, 『e-비즈니스연구』, 17(4), 211-228.
- 변종대. (2016). 인터스트리 4.0과 스마트 팩토리 “다가올 미래, 다가온 미래”, 『한국표준협회』, 1호
- 산업통상자원부. (2016). 『스마트 공장 산업 R&D 전략』.
- 서윤교. (2019). “벤처기업의 정부 재정지원과 기술혁신성과에 관한 연구: 외부 협력 파트너별 다중 매개효과를 중심으로”. 고려대학교 대학원 박사학위논문.
- 서의현. (2019). “재무지표 분석을 통한 상장기업의 스마트공장 지원 사업의 성과 연구”. 서울과학기술대학교 대학원 석사학위논문.
- 서창성, 정신진, 김석찬. (2018). 기업의 생산성 향상을 위한 스마트 팩토리 구축. 『한국통신학회지(정보와 통신)』, Vol.35, No.6, 43-49.
- 서창성. (2016). “스마트 팩토리 구축을 통한 중소기업 생산성 향상에 대한 연구”. 부산대학교 대학원, 석사학위논문.
- 소병업. (2018). “센서와 가상공정설계를 활용한 스마트 팩토리 구축에 관한 연구”. 호서대학교 대학원 박사학위논문.
- 소병업, 신성식. (2017). 센서와 가상 공정설계를 활용한 스마트 팩토리 구축, 『한국전자통신학회』, Vol.12, No.6, 1071-1080.
- 송종국, 김혁준. (2009). R&D 투자 촉진을 위한 재정지원정책의 효과분석. 『기술혁신연구』, Vol.17, No.1, 1-48.
- 스마트 제조혁신 추진단. (2019). <https://www.smart-factory.kr/insttIntrcnInfo>

- 신건권. (2016). 『석박사학위 및 학술논문 작성 중심의 Amos 23 통계분석 따라하기』. 서울 : 청람.
- 신교성. (2017). “입주기업의 성장단계별 창업보육센터 지원서비스가 서비스 만족도와 경영성과에 미치는 영향”. 한밭대학교 대학원, 석사학위논문.
- 신동주. (2012). “컨설팅의 역량이 서비스 품질, 컨설팅 성과 및 재구매 의도에 미치는 영향에 관한 연구”. 한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원, 석사학위논문
- 신장철, 임옥경, 박영환, 송상화. (2017). 스마트 공급망 구현에 필요한 기본 요소들의 우선순위 결정에 관한 연구, 『한국SCM학회지』, 17(1), 1-12.
- 신준철. (2012). "전자부품 산업 신규설비 개발을 위한 설비 투자 및 운영 프로세스 재구성 : A 기업 적용 사례연구". 성균관대학교 대학원 석사학위논문.
- 심상완. (2017). “컨설팅 신뢰도와 만족도가 경영성과에 미치는 영향 연구 -컨설팅 참여도의 조절효과 중심으로-”. 한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원 석사학위논문
- 안성원. (2017). 빅데이터를 제대로 활용하기 위한 조건: 데이터 확보와 비즈니스 발굴, 『SPRI(소프트웨어정책연구소)』, 정책연구, SPRi 칼럼 .
- 안용준. (2018). “ICT 기술기반 스포츠 분석 시스템의 수용에 관한 연구”. 성균관대학교 대학원 석사학위논문.
- 안창원, 황승구. (2012). 빅데이터 기술과 주요 이슈, 『정보과학회지』, Vol.30, No.6, 10-17.
- 오주환. (2019). “스마트 팩토리의 전략적 활용 연구: 구축 목적 및 내용이 지속적 사용의도에 미치는 영향”. 충북대학교 대학원 박사학위논문.
- 왕덕위. (2019). “경영혁신이 PMS 상호작용적 이용과 공정성을 통하여 경영성과에 미치는 영향(중국 제조기업을 대상으로)”. 가천대학교 대학원 박사학위논문.
- 우종필. (2012). 『구조방정식모델 개념과 이해』. 서울 : 한나래.
- 정보통신기술진흥센터. (2018). 『월간 ICT 산업 동향』. 2018-10.
- 유영난. (2016). "스마트 제조를 위한 빅데이터 기술수준 분석 -텍스트 마이닝 기법을 활용한 국내특허동향 조사에 대하여-". 연세대학교 대학원 석사학위

논문.

- 유천, 김학민. (2014). 중소기업 R&D출연·보조금 지원정책의 효과에 관한 연구, 『통상정보연구』, Vol.16, No.5, 51-66.
- 이규택. (2016). 스마트공장 기술 동향 및 R&D로드맵. 『전자공학회지』, Vol.43, No.6, 16-4.
- 이규현. (2017). “직원의 역량이 직무만족과 조직몰입에 미치는 영향 - 제약회사 임직원을 중심으로 -”. 경희대학교 대학원 석사학위논문.
- 이대성. (2015). 스마트 팩토리 등장과 IoT 센서의 요구. 『계장기술』, Vol.6, 81-85.
- 이도형. (2019). “중소기업의 빅데이터 활용에 관한 연구”. 한성대학교 대학원 석사학위논문.
- 이병현. (2005). 벤처기업의 성장단계별 기술혁신 전략과 정부의 R&D 지원 효과, 『벤처경영연구』, Vol.8, No.2, 127-152.
- 이상태. (2013). “생산성경영시스템(PMS)이 중소제조업의 성장통과 기업성장에 미치는 효과분석”. 한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원 석사학위논문.
- 이유리. (2019). “중소기업가의 창업가적 특성이 경영성장에 미치는 영향 분석 - 기업가정신과 사회적 자본을 매개로”. 목포대학교 대학원 박사학위논문.
- 이유미. (2017). "스마트 팩토리 구축을 위한 빅데이터 시스템 연구". 한국항공대학교 대학원 석사학위논문.
- 이인배. (2018). “산업-IoT 기반 공장데이터 수집 분석을 활용한 불량 요인 예측 방법 연구”. 한성대학교 대학원 석사학위논문.
- 이재성. (2014). “기업의 빅데이터 활용 유형별 적용 방안 및 효과 분석”. 한신대학교 대학원 박사학위논문.
- 이재용, 신문수. (2015). Advanced Planning and Scheduling (APS) 시스템을 이용한 작업할당 사례연구, 『한국산업경영시스템학회』, Vol.3, 33-40.
- 이정환, 반기영, 김정협, 나승구. (2015). 철강 산업에서 스마트 공장 개념을 적용하기 위한 인프라 구축에 관한 연구, 『대한전자공학회』, 2015(6), 886-889.
- 이종만. (2012). 이러닝에서 사회성, 사용용이성, 유용성, 즐거움이 수용의향에 미

- 치는 영향 연구, 『한국콘텐츠학회』, Vol.12, No.4, 417-425.
- 이형석. (2017). “『품질경쟁력우수기업』 수상기업의 재무성과에 관한 연구”. 강원 대학교 대학원 박사학위논문.
- 이혜자. (2018). “영국 산업혁명의 의의와 시사점에 관한 연구”. 경남과학기술대학교 대학원 석사학위논문.
- 이호기. (2019). “인터넷전문은행 이용의도에 관한 실증적 연구: 통합기술수용이론 (UTAUT)을 응용하여”. 서경대학교 대학원 박사학위논문.
- 이훈해. (2013). 제조업 경쟁력 강화를 위한 빅데이터 활용 방안. 산업연구원 (KIET), 『ISSUE PAPER 2013-340』.
- 이희완. (2016). “기업의 성장단계별 특성 연구를 통한 중소기업 R&D 지원 성과 분석 및 정책적 의미”. 고려대학교 대학원 석사학위논문.
- 임명성. (2016). 제조업과 정보통신기술의 융합 : 스마트 팩토리 4.0에 기반한 한국 제조업 3.0 성공 전략, 『한국디지털정책학회』, Vol.14,(3), 219-226.
- 임정우, 조동혁, 이승엽, 박희준, 박종우. (2017). 스마트 팩토리 기반 제조공정 혁신에 관한 연구, 『대한경영학회지』, Vol.30, No.9, 1609-1630.
- 임정일, 김용운. (2015). 스마트 팩토리를 위한 기능모델, 『한국통신학회』, Vol.6, 208-209.
- 장성희, 이동민. (2009). 조직간 협업을 고려한 RFID 도입에 미치는 영향에 관한 실증연구, 『經營研究』, Vol.24, No.2, 231-258.
- 장영재. (2012). 빅데이터를 보라 데이터 저널리즘이 온다, 『신문과 방송』, 통권 96호, 한국언론진흥재단.
- 장현수. (2019). “기업성장단계에 따른 신용보증 지원성과 분석”. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 정광수. (2015). “중소기업 경영컨설팅의 핵심요소와 컨설팅 성과와의 관계에 관한 연구”. 한성대학교 대학원, 석사학위논문
- 정병주. (2017). “스마트공장의 도입이 기업성과와 직무만족에 미치는 영향에 관한 연구 -국내 기업의 스마트공장 도입 사례 중심으로-”. 경희대학교 대학원 석사학위논문.
- 정보통신기술진흥센터. (2018). Weekly ICT Trends 주간기술동향, 1849호.

- 정보통신정책연구원 미래융합연구실. (2013). 빅데이터시장의 현황 및 전망, 『정보통신정책연구』, 제5권4호, 통권549호.
- 정분도, 홍미선. (2018). 4차 산업혁명의 주요국 현황비교에 따른 활성화 방안에 관한 연구, 『e-비즈니스연구』, Vol.19, No.3, 117-131.
- 정용찬. (2012a). 빅데이터 혁명과 미디어 정책 이슈 (KISDI Premium Report 12-02), 『정보통신정책연구원』.
- 정용찬. (2012b). 빅데이터, 빅브라더 (KISDI 전문가컬럼), 『정보통신정책연구원』.
- 조용주. (2016). 『중소중견 제조기업의 스마트 팩토리 구축을 위한 제언』, 서울 : 한국무역협회.
- 조용주. (2017). 4차 산업혁명 시대에 국내 스마트 팩토리 추진전략. 『정보과학회지』, Vol.35, No.6, 40-48.
- 정주호. (2010). “기업가 정신 및 역량 수준이 기업성과에 미치는 영향에 관한 연구-창업보육기업을 중심으로-”. 중앙대학교 대학원 석사학위논문.
- 조준기. (2019). “중소제조업체의 재무성과가 고용창출과 고용안정성에 미치는 영향”. 건국대학교 대학원 박사학위 논문.
- 조춘연. (2019). “정부지원이 기업의 혁신활동에 미치는 영향에 관한 연구”. 한양대학교 대학원 석사학위논문.
- 조혜지. 김용균. (2018). 스마트 팩토리 기술 및 산업 동향, 『정보통신기술진흥센터』.
- 중소기업중앙회 : <http://www.kbiz.or.kr/home/homeIndex.do>
- 중소기업현황정보시스템 : <http://sminfo.mss.go.kr/>
- 중소벤처기업부 : <https://www.mss.go.kr/site/smba/main.do>
- 채서일. (2016). 『사회과학조사방법론』. 서울 : 비앤엠북스.
- 최영환, 최상현. (2017). 스마트공장 시스템 구축이 중소기업 경쟁력에 미치는 요인에 관한 연구, 『Information Systems Review』, Vol.19, No.2, 95-113.
- 최영환. (2019). “중소기업 스마트 팩토리 제조운영 성숙도 측정을 위한 평가모델”. 충북대학교 대학원 박사학위논문
- 최재용. 공인택. 김성남. 방명숙. 변해영. 안경식. 윤성임. 장선주. 하영랑. (2018).

- 『4차 산업혁명(한눈에 보이는)』, 서울 : 미디어북
- 최창호. (2014). “고객과 컨설턴트 간의 유대관계가 컨설팅 프로젝트 성과에 미치는 영향에 관한 연구”. 한성대학교 대학원 박사학위논문
- 최현섭, 장지인, 신상철. (2006). 기업수명주기별 회계이익과 현금흐름의 상대적 가치관련성에 관한 연구, 『경영학연구』, Vol.35, No.5, 1,339-1,360.
- 추진영. (2018). “스마트팩토리와 에너지관리시스템 적용을 위한 평가모형의 개발 연구: 중소제조기업을 중심으로“. 한국산업기술대학교 대학원 박사학위논문
- 통계청 : <http://kostat.go.kr/portal/korea/index.action>
- 통계청 국가통계포털 : <http://kosis.kr/index/index.do>
- 한국은행 국제경제부 아태경제팀. (2019). 최근 일본의 스마트 팩토리 도입 현황 및 시사점, 『국제경제리뷰』.
- 한국정보산업연합회. (2015). 스마트공장 현황 및 시사점, 『KESSIA 이슈리포트 2015-8』.
- 허석진. (2014). 『R 통계 프로그래밍 입문』, 서울 : 에이콘출판(주), 원저자 프라반잔 나라야나차르 타따르.
- 황유정. (2007). 기업라이프사이클 단계별 회계정보의 가치관련성에 관한 연구, 『한국전산학회』, 추계학술발표대회, 71-103.

2. 국외문헌

- Anderson, J. C. & Gerbing, D. W. (1988). Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. *Psychological Bulletin*, Vol.103, No.3, 411-423.
- Anol Bhattacharjee. (2001). Understanding information systems continuance: an expectation confirmation model. *MIS Quarterly*, Vol.25, No.3, 351-370.
- Anthony J.H., Ramesh K. (1992). Association between Accounting Performance Measures and Stock Prices. 『Journal of Accounting and Economics』, Vol.15, 203-227.
- Barney, J. B. (1991). *Gaining and Sustaining Competitive Advantage*. New York: Addison-Wesley.
- Barua, A., Kriebel, C. and Mukhopadhyay, T. (1995). Information Technology and Business Value : An Analysis and Empirical Investigation, *Information Systems Research*, Vol.6, No.1, 3-23.
- Black E.L. (1998). Which is More Value Relevant :Earnings or Cash Flows? A Life Cycle Examination. *Working Paper*, University of Arkansas.
- Bollen, K. A. (1989). *Structural Equations with Latent Variables*, Wiley & Sons.
- Burgelman, A. (2009). *Strategic Management, Integrating Technology and Strategy: A General Management Perspective*. NY: McGraw-Hill.
- Chandler(1962), Chandler, Jr. A. D., Strategy and Structure, Cambridge, Massachusetts: The Mit Press, 1962
- Chang, S. C., Lin, R. J., Chang, F. J. & Chen, R. H. (2007). Achieving manufacturing flexibility through entrepreneurial orientation, *Industrial Management and Data Systems*, Vol.107, No.7, 997-1017.

- Chen, Z., Yang., Zhao, H. and Hong, Y. (2012). An Objective Function for Dividing Class Family in NoSQL Database. *Computer Science & Service System(CSSS), International Conference on.* IEEE, 2091–2094.
- Chi, S. (2014). The overview of predictive manufacturing system. *Electronics and Telecommunications Research Institute.*
- Chiu Y. T. H., Fang S.C., Tseng C.C. (2010). Early versus potential adopters : Exploring the antecedents of use intentions in the context of retail service innovations. *International Journal of Retail and Distribution Management*, Vol.38, No.6, 443–459.
- Ciampi, F. (2009). Exploring Knowledge Creation Pathways in Advanced Management Consulting. *Information Age Publishing*, 9. 3–39.
- 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*, Vol.118, No.3, 589–603.
- Davidsson, Per & Achtenhagen, Leona & Naldi, Lucia. (2005). *Research on Small Firm Growth: A Review*. 1.
- Davis, F. D. (1986). A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New End-User Information Systems: Theory and Results. Ph. D. Dissertation, *MIT Sloan School of Management*, Cambridge, MA., 1986.
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology, *MIS Quarterly*, Vol.13, No.3, 319–340.
- Deloitte. (2013). *Global Manufacturing Competitiveness Index*.
- Deloitte. (2016). 2016 Global Manufacturing Competitiveness Index. <https://www2.deloitte.com>
- Dess, G. G. & Lumpkin, G. T. (2005). The role of entrepreneurial

- orientation in stimulating effective corporate entrepreneurship, *The Academy of Management Executive*, Vol.19, No.1, 147–156.
- Diericks, I., and K. Cool. (1989). Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage. *Management Science* 4(1): 1504–1511.
- Elizabeth, E. and Michael, P. (2004). Electronic Commerce Adoption: An Empirical Study of Small and Medium US Businesses, *Information and Management*, Vol. 42, No. 1, 197–216.
- Executive Office of the President. (2010). President's Council of Advisors on Science and Technology. *Designing a Digital Future*.
- Feeny, D. F., and Ives, B. (1990). In Search of Sustainability: Reaping Long Term Advantage from Investments in Information Technology, *Journal of Management Information Systems*, Vol.7, No.1.
- Findik, D., Beyhan, B. (2015). The Impact of External Collaborations on Firm Innovation Performance : Evidence from Turkey, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195, 1425–1434.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention and Behavior : An Introduction to Theory and Research*. reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structure equation model with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, Vol.18, No.1, 39–50.
- Gartner, (2011). *CEO Advisory : Bigdata Equals Big Opportunity*.
- Gibson, C. B., and J. Birkinshaw. (2004). The antecedents, consequences, and mediating role of organizational ambidexterity, *Academy of Management Journal*, Vol.47, No.2, 209–226.
- Goldman Sachs, (2016). Factory of the Future: Beyond the Assembly Line, *Profiles in Innovation*.

- Grafton, J., A. M. Lillis, and S. K. Widener. (2010). The role of performance measurement and evaluation in building organizational capabilities and performance, *Accounting, Organizations and Society* 35: 689–706.
- Greiner, L. E. (1972). Evolution and revolution as organizations grow, *Harvard Business Review*, 37–46.
- He, Q. P., J. Wang. (2018). Statistical process monitoring as a big data analytics tool for smart manufacturing, *Journal of Process Control*, 67, 35–43.
- Henri, J. F. (2006). Management control systems and strategy: A resource-based perspective. *Accounting, Organizations and Society* 31(6): 529–558.
- Hessman, T. (2013). Putting Big Data to Work. *Industry week*, 14–18.
- IDC, (2011). *Worldwide Big Data Technology and Service Market Forecast*.
- Jöreskog KG, Sörbom D. (1993). LISREL 8: Structural equation modeling with the SIMPLIS command language.
- Karin Schermelleh-Engel¹, Helfried Moosbrugger, Hans Müller. (2003). Evaluating the Fit of Structural Equation Models: Tests of Significance and Descriptive Goodness-of-Fit Measures, *Methods of Psychological Research*, Online 2003, Vol.8, No.2, 23–74
- Kaufmann P. J. & Dant R. P.(1999), Franchising and the domain of entrepreneurship research, *Journal of Business Venturing*, Vol.14, No.1, 5–16.
- Kajanjian, R. K. (1988). Relation of Dominant Problem to Stages of Growth in Technology-Based New Venture, *Academy of Management Journal*, 31, 257–280.
- Kazanjian, R. k. & Drazin, R, (1989). An Empirical Test of a stage of Growth Progression Model, *Management Science*

- Kreiser, P., Marino, L., Davis, J., Tang, Z. & Lee, C. (2010). Firm-level entrepreneurship: The role of proactiveness, innovativeness and strategic renewal in the creation and exploration of opportunities, *Journal of Developmental Entrepreneurship*, Vol.15, No.02, 143–163.
- Kuan, K., Chau, P. (2001). A Perception-Based Model of EDI Adoption in Small Businesses Using Technology–Organization–Environment Framework, *Information and Management*, 38(8): 507–521.
- Kumar, A. (2018). Methods and Materials for Smart Manufacturing: Additive Manufacturing, Internet of Things, Flexible Sensors and Soft Robotics, *Manufacturing Letters*, 15, 122–125.
- Kurato, D. & R. Hodgetts. (2007). *Entrepreneurship: Theory, Process, Practice*, Seventh edition, Thompson South-Western.
- Lado, A. A., G. B. Nancy., P. Wright and M. Kroll. (2006). Paradox and theorizing within the resource-based view, *Academy of Management* 31(1): 115–131.
- Lee, C., K. Lee, et al. (2001). Internal capabilities, external networks, and performance: a study on technology-based ventures, *Strategic Management Journal*, 22(6–7), 615–640.
- Lee, M. C. (2009). Factors influencing the adoption of internet banking: An integration of TAM and TPB with perceived risk and perceived benefit. *Electronic commerce research and applications*, 8(3), 130–141.
- Levene, H. (1960). In *Contributions to Probability and Statistics : Essays in Honor of Harold Hotelling*, I. Olkin et al. eds., Stanford University Press, 278–292.
- Li, J., Wang Y., Zhang, Z. and Chu, C. (1999). Investigating Acceptance of RFID in Chinese Firms : the Technology–Organization–Environment Framework, *Program for the IEEE International Conference on*

RFID Technology and Applications, 17(19).

- Lin, J. C. C., & Lu, H. (2000). Towards an understanding of the behavioural intention to use a web site, *International journal of information management*, 20(3), 197–208.
- Lippit, G. L. and W. H. Schmidt. (1967). Crisis in an developing organization, *Harvard Business Review*, Vol. 45, 102–112.
- Lopez, F., Y. Shao, Z. M. Mao, J. Moyne, K. Barton, D. Tilbury. (2018). A software-defined framework for the integrated management of smart manufacturing systems, *Manufacturing Letters*, 15(PA), 18–21.
- Lumpkin, G. T. & Dess, G. G. (1996). Clarifying the Entrepreneurial Orientation Construct and Linking it to Performance, *Academy of Management Review*, 21(1), 135–172.
- Makrets 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*.
- McAfee, A., Erik. B. (2012). *Big Data The Management Revolution*, Harvard Business Review.
- McAfee, T. Brynjofsson, (2012). *Big Data: the Management Revolution*, Havard Business Review.
- McCarthy, B. (2000). The cult of risk taking and social learning: a study of Irish entrepreneurs, *Management Decision*, Vol.38, No.8, 563–575.
- McDonald, R. P., & Marsh, H. W. (1990). Choosing a multivariate model: Noncentrality and goodness of fit. *Psychological Bulletin*, Vol.107, No.2, 247–255
- McKinsey & Company, (2011). *Big data : Then next frontier for*

innovation, competition, and productivity.

- Mrugalska, B., M. K. Wyrwicka. (2017). Towards Lean Production in Industry 4.0, *Procedia Engineering*, No.182, 466–473.
- O'Reilly Radar Team. (2012). Planning for Big Data. O'Reilly. Vital Wave Consulting Big Data, Big Impact: New Possibilities for International Development. *World Economic Forum*.
- Podsakoff, P.M., Mackenzie, S.B., Lee, J., & Podsakoff, N.P. (2003). Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies, *Journal of Applied Psychology*, Vol.88, No.5, 879–903.
- Quinn, J. B. & M. N. baily. (1994). Information Technology: Increasing productivity in services, *Academy of Management Executive*, 8(3): 28–48.
- Ramakrishna, S., T. C. Khong, and T. K. Leong. (2017). Smart Manufacturing, *Procedia Manufacturing*, 12, 128–131.
- Schumpeter, J. A. (1934). *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press : Cambridge, MA.
- Shiyong Wang, Jiafu Wan, i Li, and Chunhua Zhang. (2016). *Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook*.
- Simons, R. (1995). *Levers of Control: How Managers Use Innovative Control Systems to Drive Strategic Renewal*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Spencer, L. M. & Spencer, S. M. (1998). *Competence at Work* . Wiley : New York
- Tallon, P., Kraemer K., and Gurbaxani V. (2000). Executives' Perceptions of the Business Value of Information Technology: A Process-Oriented Approach, *Journal of Management Information Systems*, Vol.16, No.4, 2000, 145–173.
- Timmons, J. A., & Bygrave, W. D. (1986). Venture capital's role in

- financing innovation for economic growth. *Journal of Business Venturing*, Vol.1, No.2, 161–176.
- Tornatzky, L. G. and Fleischer, M. (1990). *The Processes of Technological Innovation*, Lexington, MA: Lexington Books.
- Venkatesh, V. (1999). Creation of Favorable User Perceptions: Exploring the Role of Intrinsic Motivation, *MIS Quarterly*, Vol.3, No.2, 239–260.
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions, *Decision sciences*, 39(2), 273–315.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management science*, 46(2), 186–204.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view, *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478.
- Venkatesh, V., Thong, J. Y., & Xu, X. (2012). *Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology*.
- Veza, I., M. Mladineo, N. Gjeldum. (2015). Managing Innovative Production Network of Smart Factories, 『IFAC–Papers On Line』 , Vol.48, No.3, 555–560.
- Waller, M. A., & Fawcett, S. E. (2013). Data Science, Predictive Analytics, and Big Data: A Revolution That Will Transform Supply Chain Design and Management, 『Journal of Business Logistics』 , Vol.34, No.2, 77–84.
- Wang, J., Y. Ma, L. Zhang, R. X. Gao, D. Wu. (2018). Deep learning for smart manufacturing: Methods and applications, *Journal of Manufacturing Systems*, 48, 144–156.
- Wang, S., J. Wan, D. Li, and C. Zhang. (2016). Implementing Smart

- Factory of Industrie 4.0: An Outlook, 『International Journal of Distributed Sensor Networks』, No.4, 1–10.
- Widener, S. K. (2007). An empirical analysis of the levers of control framework. *Accounting, Organizations and Society*, 32(7–8): 757–788.
- Wilmar B. Schaufel, Arnold B. Bakker, Marisa Salanova. (2003). The Measurement of Work Engagement With a Short Questionnaire A Cross–National Study, *Educational and Psychological Measurement*, Volume 66, Number4, 701–716
- Woodward, R. (2009). *Organization for Economic Co–operation and Development (OECD)*. Rout ledge.
- Zhu, K., Kraemer K. and Xu, S. (2003). Electronic Business Adoption by European Firms: A Cross–country Assessment of the Facilitators and Inhibitors, *European Journal of Information Systems*, 12: 251–268.
- Zuehlke D. (2010). Smart Factory – towards a factory – of –things. *Annu. Rev. Control*, 34(1), 129 –138.

설 문 지

빅데이터기반 중소기업의 스마트 팩토리 도입의도와 경영성과에 관한 실증연구

안녕하십니까?

귀하와 귀사의 무궁한 발전을 기원합니다.

본 설문은 “빅데이터 기반 스마트 팩토리 구축의도와 지속사용의도에 미치는 영향”을 파악하여 스마트 팩토리 활성 방안을 연구하고 정책 제안을 목적으로 실시되는 조사입니다.

귀하의 응답내용은 통계법에 따라 익명으로 처리되고 답변 내용은 연구 목적 외에는 사용되지 않음을 약속드리며, 통계처리 과정에서 비밀이 절대 보장되니 안심하시고 질문에 응답하여 주시면 감사하겠습니다.

귀하께서 응답하신 설문은 학술적인 연구 및 중소기업의 지원을 위한 기초 자료로 사용될 예정으로 응답 하나 하나가 연구의 결과에 크게 영향을 미치게 되는 만큼 성심 성의껏 응답하여 주실 것을 거듭 부탁드립니다.

감사합니다.

2019년 5월

연구자 한성대학교 박사과정 김 상 문

연 락 처 010-****-****

지도교수 유 연 우

[참고] 스마트 팩토리(Smart Factory)란?

- ◆ 기존 공장 설비를 정보화 기술로 연결하는 것을 목적으로 자동화 설비 또는 장치를 구축 및 설치하는 것을 시작 단계로 설정하고, 이를 포함하여 IoT, RFID, 센서 등을 통해 설비를 연결하고 생산과정에서 발생하는 데이터를 분석하여 자율적으로 공장이 운영되도록 하는 공장

1. 공장 자동화 정도와 관련된 질문입니다. 귀사와 가장 가까운 내용은 무엇입니까?

No	설 문 내 용	매우 부정	부정	보통	긍정	매우 긍정
1	제품 생산과 관련한 장비와 설비들의 자동화로 생산과 공장운영에 관리와 통제만 하는 수준의 자동화가 구현되어 있다					
2	제어자동화 설비가 구축되어 있어 이를 통한 실시간 데이터 수집이 가능한 수준의 자동화가 구현되어 있다					
3	빅데이터 분석 기반으로 품질관리, 생산성 향상, 지능형 유연생산 및 운영이 가능한 수준의 자동화가 구현되어 있다					
4	RFID, 사물인터넷(IoT), 센서 등 연결 시스템이 부착되어 컴퓨터 등을 통한 통제가 가능한 수준의 자동화로 공장 운영과 생산이 가능하다					
5	생산설비의 일부분이 제어자동화 및 데이터 수집이 가능한 정도로 자동화가 되어 있다.					
6	생산설비는 재고부족, 설비고장의 사전 통지 등을 미리 고지하여 공장 생산과 운영의 효율성을 높여주고 있는 수준이다.					

2. 빅데이터 관련 질문입니다. 귀사와 가장 가까운 내용은 무엇입니까?

No	설 문 내 용	매우 부정	부정	보통	긍정	매우 긍정
1	스마트 팩토리 도입으로 빅데이터 분석기법과 관련 지식을 활용하여 공장운영을 하고 있다.					
2	고객이 요구하는 제품 생산 및 서비스 제공을 위해 빅데이터 분석기법을 활용하고 있다					
3	공장설비의 연결화로 생성되는 빅데이터를 활용하여 생산에 필요한 정보를 생산하고 위험요인을 실시간 대처할 수 있다					
4	공장운영과 관련한 의사결정은 빅데이터를 이용하여 적절한 시기에 적절한 정보를 얻고 있는 상황이다.					
5	스마트 팩토리 구축을 위해 빅데이터 시스템 구축을 선행하거나 비슷한 수준으로 관련 설비와 인력을 갖추고 있다.					

3. 신사업 생산성 관련 질문입니다. 귀사와 가장 가까운 내용은 무엇입니까?

No	설 문 내 용	매우 부정	부정	보통	긍정	매우 긍정
1	제품생산 과정에서 발생한 빅데이터 분석으로 공정개선, 고객요구사항 파악으로 신제품 및 신사업 개발이 가능하다					
2	기업 내부 및 외부 환경 변화에 대한 분석 및 예측으로 신제품 개발, 기존제품 품질 향상이 가능하다					
3	스마트 팩토리 도입으로 생산 및 유통시간 단축, 신규거래처 확보 등으로 신규 시장 진출 등 새로운 사업 기회 확보 가능성이 높아졌다					
4	빅데이터 분석을 통해 새로운 제품을 생산하고 수요를 예측하여 신규 거래처가 확대되었다.					

4. 프로세스 개선 관련 질문입니다. 귀사와 가장 가까운 내용은 무엇입니까?

No	설 문 내 용	매우 부정	부정	보통	긍정	매우 긍정
1	스마트 팩토리 도입에 따른 빅데이터 분석은 프로세스 개선을 통해 생산성 및 수익성 향상이 가능하게 하였다.					
2	스마트 팩토리 도입에 따른 빅데이터 분석은 프로세스 개선을 통해 인건비가 절감되고, 효율적 재고관리가 가능하게 하였다.					
3	스마트 팩토리 도입에 따른 빅데이터 분석은 프로세스 개선을 통해 기존 제품의 품질향상, 신제품 개발을 가능하게 하였다.					
4	최적의 생산 프로세스 구축을 위하여 스마트 팩토리과 관련한 제조 빅데이터 분석을 활용하고 있다.					
5	스마트 팩토리 도입에 따른 빅데이터 분석은 고객의 요구사항에 맞는 다양한 제품을 신속하고 유연하게 제공할 수 있게 하였다.					
6	스마트 팩토리 도입에 따른 빅데이터 분석은 회사 경영과 관련한 각종 의사결정을 신속하고 효율이게 하였다					

5. 컨설턴트역량에 관한 질문입니다. 귀사와 가장 가까운 내용은 무엇입니까?

No	설 문 내 용	매우 부정	부정	보통	긍정	매우 긍정
1	컨설턴트는 효율적인 컨설팅 수행을 위해 공장 자동화와 관련한 충분한 지식을 가지고 있어야 한다.					
2	컨설턴트는 효율적인 컨설팅 수행을 위해 스마트 팩토리 구축과 운영과 관련한 빅데이터에 대한 충분한 지식을 가지고 있어야 한다.					
3	컨설턴트는 효율적인 컨설팅 수행을 위해 스마트 팩토리 구축과 관련한 연결시스템에 대한 충분한 지식을 가지고 있어야 한다.					
4	컨설턴트는 효율적인 컨설팅 수행을 위해 스마트 팩토리 구축과 운영을 위해 충분한 경험적 노하우를 가지고 있어야 한다.					
5	컨설턴트는 효율적인 컨설팅 수행을 위해 스마트 팩토리과 관련한 다양한 전문지식을 가지고 있어야 한다.					

6. 스마트 팩토리 관련 컨설팅만족에 관한 질문입니다. 귀사와 가장 가까운 내용은 무엇입니까?

No	설 문 내 용	매우 부정	부정	보통	긍정	매우 긍정
1	컨설팅은 스마트 팩토리 구축 및 운영과 관련한 전반적인 부분에 대해 충분한 도움을 제공해야 한다					
2	컨설팅을 통한 스마트 팩토리 구축으로 제품의 품질 및 생산성 향상 등 전반적인 회사 경쟁력이 증가해야 한다.					
3	컨설팅은 제품 생산 및 공장운영과 관련하여 발생하는 다양한 제조 빅데이터를 효과적으로 분석하고 활용할 수 있도록 해야 한다.					
4	컨설팅은 스마트 팩토리 구축 이후 사후관리 및 업그레이드나 고도화를 위한 충분한 조언을 제공해야 한다.					
5	컨설팅은 회사 임직원들의 스마트 팩토리 운영, 빅데이터 분석 등에 대한 교육 및 이해와 필요한 정보제공 등을 위해 노력해야 한다.					

7. 대표역량 관련 질문입니다. 귀사와 가장 가까운 내용은 무엇입니까?

No	설 문 내 용	매우 부정	부정	보통	긍정	매우 긍정
1	우리회사 대표는 고객들이 원하는 제품과 서비스가 무엇인지 잘 이해하는 편이다.					
2	우리회사 대표는 경제의 전반적인 현황과 경쟁업체의 움직임을 신속히 파악하는 편이다.					
3	우리회사 대표는 스마트 팩토리 및 빅데이터 분석과 관련하여 항상 관심을 가지고 동향 파악 및 정보수집 이해에 노력하는 편이다.					
4	우리회사 대표는 스마트 팩토리 및 빅데이터 분석 등과 관련한 기업의 경영자원을 적재적소에 잘 배치하는 편이다.					
5	우리회사 대표는 조직구성원의 스마트 팩토리 및 빅데이터 분석 능력 등을 잘 파악하여 적합한 업무 할당하고 관리하는 편이다.					

8. 스마트 팩토리 관련 외부지원에 관한 질문입니다. 귀사와 가장 가까운 내용은 무엇입니까?

No	설 문 내 용	매우 부정	부정	보통	긍정	매우 긍정
1	정부기관의 컨설팅, 멘토링 등 비금전적 지원은 스마트 팩토리 도입의도에 긍정적인 영향을 미친다.					
2	정부기관의 스마트 팩토리 관련 금융지원은 스마트 팩토리 도입의도에 긍정적인 영향을 미친다.					
3	정부기관에서 제공하는 금융지원은 스마트 팩토리 도입과 관련한 인력채용, 인프라 구축등에 도움이 된다.					
4	정부기관에서 제공하는 스마트 팩토리 운영 및 고도화와 관련한 교육, 인력지원, 각종 자료 제공 등을 받을 의향이 있다.					
5	정부기관에서 제공하는 스마트 팩토리 운영 및 고도화를 위한 금융지원을 받을 의향이 있다.					

9. 조직역량 관련 질문입니다. 귀사와 가장 가까운 내용은 무엇입니까?

No	설 문 내 용	매우 부정	부정	보통	긍정	매우 긍정
1	우리 회사 직원들은 최신 지식과 외부정보 확보를 위해 지속적으로 학습활동을 활발히 전개하는 편이다.					
2	우리회사 직원들은 최신 지식과 외부정보를 잘 해석하고 해석하는 능력을 갖추고 있는 편이다.					
3	우리회사 직원은 확보한 지식을 결합 가공하고 재해석하는 능력이 잘 구축되어 있는 편이다.					
4	우리회사 직원은 확보한 지식을 활용하여 새로운 지식 창출 능력이 잘 구축되어 있는 편이다.					

10. 스마트 팩토리 구축 이전 구축과 관련한 도입의도 관련 질문입니다. 귀사와 가장 가까운 내용은 무엇입니까?

No	설 문 내 용	매우 부정	부정	보통	긍정	매우 긍정
1	스마트 팩토리 도입으로 품질향상, 원가절감 등이 가능해져 우리 회사의 생산성이 증가할 것이라고 기대하고 있다.					
2	스마트 팩토리 도입으로 고객의 요구사항을 빠르고 효과적으로 반영한 유연생산이 가능해져 회사의 경쟁력이 증가할 것이라고 기대하고 있다.					
3	스마트 팩토리 도입은 변화하는 경영환경에 능동적으로 대응할 수 있는 수단이 될 것이라고 생각한다					
4	스마트 팩토리 도입으로 직원들의 새로운 지식을 습득하고 새로운 업무 적응을 위해 적극적으로 참여할 것이라고 기대한다.					
5	스마트 팩토리 도입으로 근무환경이 개선되어 직원의 퇴사율이 낮고 근무만족도가 향상될 것이라고 생각한다.					

11. 스마트 팩토리 구축 이후 스마트 팩토리 지속사용의도 관련 질문입니다. 귀사와 가장 가까운 내용은 무엇입니까?

No	설 문 내 용	매우 부정	부정	보통	긍정	매우 긍정
1	현재 도입한 스마트 팩토리에 대해 만족하고 있으며 향후 계속 사용할 계획이다					
2	현재 도입한 스마트 팩토리의 업그레이드 또는 고도화를 위해 예산 증액, 전문인력을 고용할 계획이다					
3	현재 도입한 스마트 팩토리는 우리회사가 지향하는 목표 달성을 위해 도움이 되어 향후 지속적으로 적용할 계획이다					
4	현재 도입한 스마트 팩토리는 우리회사의 경쟁력과 가치를 향상시키는데 기여를 하고 있어 지속적으로 적용할 계획이다					

12. 스마트 팩토리 도입으로 개선된 업무 방법 관련 질문입니다. 귀사와 가장 가까운 내용은 무엇입니까?

No	설 문 내 용	매우 부정	부정	보통	긍정	매우 긍정
1	스마트 팩토리 도입으로 수작업이 줄고 작업시간이 많이 단축되었다.					
2	스마트 팩토리 도입으로 공구, 재고품 등에 센서가 부착되어 자재관리와 재고관리가 쉬워졌다.					
3	스마트 팩토리 도입으로 품질관리 프로그램이 구축되어 불량품 식별이 쉬워졌다.					
4	스마트 팩토리 도입으로 제품 생산 수량, 작업시간을 보다 정확하게 예측할 수 있어 유휴작업 시간이 감소하였다.					

13. 귀사의 일반사항입니다.

가. 귀사에서 스마트 팩토리 구축이 가장 요구되는 공정은 무엇입니까? ()

- ① 설비관리 ② 생산관리 ③ 물류관리 ④ 공정관리
⑤ 안전관리 ⑥ 에너지관리 ⑦ 데이터관리

나. 귀사에서 스마트 공장을 구축 하는 자금의 확보 방법은? ()

- ①정부지원자금 ②민간지원 (대기업 협력 등) ③자체자금 ④대출 등 외부자금 ⑤기타()

다. 기업유형은? ()

- ① 일반기업 ② 벤처기업 ③ 이노비즈기업 ④ 메인비즈기업

라. 현재 귀사의 스마트 공장 추진 단계 수준은 어디에 해당한다고 생각하십니까? ()

- ① 기초1 ② 기초2 ③ 중간1 ④ 중간2 ⑤ 고도화

단계	스마트 팩토리 단계별 추진 내용
고도화단계	•제어 자동화, 디지털식별 결합된 IoT형 자동화/사물/서비스/비즈니스/모듈 간 실시간 대화체제 구축, 사이버공간 비즈니스 실현
중간2단계	•설비제어 자동화/협력사와 공급사슬/엔지니어링 정보공유, 제어자동화 기반 공정운영 최적화, 실시간 의사결정
중간1단계	•설비 실시간 데이터 수집, 다양한 ICT 활용한 설비정보 자동 획득, 협력사와 신뢰성 정보 공유, 기업운영 자동화 지향
기초2단계	•스마트 생산실적 집계, 바코드 시스템을 통한 공정물류관리(POP) 및 데이터 분석
기초1단계	•전통제조 방식과 다른 IT 기술을 활용한 기초 자료수집, 자료분석 등 수행 •기초적 ICT를 활용한 정보수집 및 이를 활용한 생산관리 구현

ABSTRACT

An Empirical Study on the Smart Factory Acceptance Intension and Management Performance of Big Data-based Small and Medium Sized Manufacturing Companies

Kim, Sang-Moon

Major in Management Consulting

Dept. of Knowledge Service & Consulting

The Graduate School

Hansung University

Changes in the business environment and the rapid development of ICT-based industries require change and innovation in SMEs. Due to a reduction in the labor force due to a low birth rate, various needs of customers, and rising raw material prices, SMEs are faced with the need to find ways to survive through new manufacturing methods. One solution to this is the smart factory. Smart Factory integrates ICT with existing manufacturing facilities to automate the manufacturing process and analyze various data generated during the production process. The entire manufacturing process runs smartly from production to sale, including inventory management, quality control, product shipment, distribution, and sales. The data generated in this regard is a production system that is managed throughout the life of the product through

analysis, affecting the sale and service of the product. Smart factories should be equipped with the automation of machines, the connection of facilities, and the big data analysis system that occurs during production. Automation and connection of production facilities are done through automation facilities, IoT, CPS, RFID, etc. and can be classified into a combination. The big data analysis system analyzes vast amounts of data such as inventory data, defect data, production data, shipping cycles, and preventive maintenance of machinery in real time in the process and inventory management, quality control, Diagnose problems with facility management and let the factory solve the problem itself.

This study analyzed the strategic perception and environmental factors of smart factory adoption by small and medium manufacturing companies in Korea and conducted an empirical analysis to identify the impact they had on the intention and intention of introducing smart factory and to see their impact on management performance. Based on the Technology Acceptance Model (TAM), the research model refers to the Elizabeth & Michael model to derive explanation variables corresponding to strategic value recognition and environmental factors. Strategic value recognition consists of production and operation factors, management productivity factors, and decision factors. Environmental factors consist of internal factors such as representative capabilities that affect Smart Factory acceptance, financial support, and training of executives and employees. Smart Factory acceptability consists of the intention of introducing and of continuing to use the smart factory. The management performance consisted of non-financial performance among the various management outcomes achieved by the introduction and continued use of smart factory The research model consists of strategic value recognition and environmental factors, and the intention to accept smart factory is a response and parameter, and the research model is constructed by setting

it as a response variable for management performance. In addition, the government compared and analyzed the question of the survey for each stage of start-up and non-starting companies, corporate growth, and smart factory construction, which were legally classified as supporting small and medium enterprises. Start-up companies refer to companies within seven years of their establishment, while non-start-ups refer to companies that are more than seven years old. The growth phase of an entity was divided into the start-up phase within seven years of its establishment, the growth phase of the entity within 15 years of its establishment, and the maturity phase of the entity for 15 years or more years. Depending on the degree of smart factory introduction, the deployment phase was divided into basic stage 1, basic stage 2, intermediate stage, intermediate stage, and advanced stage.

As of the end of 2018, the analysis was based on the population of small and medium-sized manufacturing companies using credit guarantee. Sampling was used as a stratified sampling method that stratified into start-ups and non-start-ups based on the achievements related to the size of the company and then sampled in proportion to the number of populations in each floor. It is also designed so that a large number of specific regions or sectors are not selected in the sample in proportion to the regions and sectors. The survey was conducted over a period of about two months, yielding 450 valid samples. The financial ratios of growth, profitability, stability, activity, and productivity were analyzed for the financial statements such as statement of financial position, income statement, and manufacturing cost statement for these companies.

Reliability and validity tests were performed on the samples, and hypothesis tests were performed through the structural equation model (SEM). First, factory automation and big data analysis of production and operation factors have a positive effect on smart factory acceptance

intention. Second, new business productivity and process improvement of management productivity factors have a positive effect on smart factory acceptance intention. Third, consultant capability and consulting satisfaction of decision-making factors were found to have a positive effect on smart factory acceptance intention. However, consultant capacity does not have a significant effect on the smart factory persistence intention. Fourth, the representative capacity, environmental support, and organizational capacity of environmental factors had a positive (+) effect on the intention to accept smart factories. Fifth, the intention to introduce smart factory has a positive influence on management performance, and sustaining intention also has a positive influence on management performance. As a result of testing the mediating effect of smart factory acceptance intention, it was found that the introduction intention has a mediating effect on new business productivity, consulting satisfaction, representative capability, and organizational capability variables. It was found that sustaining intention mediated factory automation, representative capacity, and organizational capacity variables. As a result of the moderating effect test at the growth stage of the company, it was found that it regulates the relationship between environmental factors, intention to introduce smart factories, and management performance. As a result of multi-group comparison analysis (MSEM), hypothesis test by growth stage showed that representative capacity and external support had significant influence on introduction intention, and introduction intention had significant influence on non-financial performance. It appeared to be mad. In addition, the growth stage was found to have a significant influence on the intention of introduction and organizational capacity, and the introduction intention had a significant effect on the non-financial performance. In the maturity stage, all explanatory variables such as representative capacity, external

support, and organizational capacity were found to have a significant effect on the introduction intention, and the introduction intention was found to have a significant influence on the non-financial performance.

On the other hand, this study compared and analyzed the characteristics of the group of start-up and non-start-up companies, growth stages, and smart factory construction stages for the survey data of 450 companies. According to the characteristics of the three companies, the analysis of descriptive statistics such as the mean and standard deviation of each group was conducted, and the differences between the groups were confirmed through the T test and the ANOVA test. As a result of the T-test of the group difference for the start-up and non-start-up companies, the group data showed significant differences among the six questionnaires. As a result of the ANOVA test on the growth stage, it was found that the differences among the groups were significant for 15 questionnaires. As a result of the ANOVA test on the group differences by smart factory construction stage, the group data showed significant differences among 30 questionnaires.

Through this empirical analysis, this study can derive the following theoretical and policy implications. Theoretical implications are as follows: First, deriving explanatory variables related to strategic value recognition and environmental factors as influential factors affecting smart factory acceptance intention and management performance, and demonstrating the effect of these factors on smart factory acceptance intention and management performance. Analyzed. Second, we defined the explanatory variables, response variables, parameters, and control variables that influence the intention of smart factory demand, and presented the measured items through reliability and validity tests. Third, the company's growth stages are divided into startup stages, growth stages, and maturity stages according to their performances. The characteristics of the survey

data and financial ratios are compared and analyzed, and the group differences are presented through the ANOVA test. The rationale for this is presented.

As a practical implication, empirical test suggested the factors that SMEs should consider in establishing a smart factory. Second, this study examined the relationship between strategic value perception and environmental factors affecting smart factory acceptance intention, and suggested guidelines for government support for SMEs by suggesting measures that ensured reliability and validity. Third, the mediating effect on the effect of the explanatory variables on the management performance was suggested, and the practical direction for decision-making on the introduction of the smart factory was presented. Fourth, it was confirmed that representative capacity, external support, and organizational competency are important factors influencing intention to introduce smart factory through the moderating effect test on the effect of group by company growth stage on environmental factors, willingness to introduce smart factory and non-financial performance. .

Although the above theoretical and policy implications exist, this study also has the following limitations. Since this study was conducted only for companies that introduced smart factories, the characteristics of companies that did not adopt smart factories could not be analyzed. In addition, the introduction of smart factory may be different depending on local government's support and local industry characteristics. In addition, there are a limited number of target companies for measuring financial performance, so there is a limit to application or generalization. As for the limitations of these studies, it is necessary to analyze the financial effects based on more data in order to reflect the financial characteristics related to the study of companies that have not introduced smart factories and the establishment of smart factories. In addition, it is

expected that studies on regional characteristics and sectoral characteristics for the introduction of smart factories will be required for SME support policies.

【Key Words】 Smart Factory, Big Data Analysis, Strategic Value Awareness, Consultant Capacity, Consulting Satisfaction, Representative Capacity, Organizational Capacity, External Support, Smart Factory Acceptance, Smart Factory Promotion Stage, Business Performance, Non-Financial Performance, Growth Stage