2호

메커니즘 연구

Journal of MECHANISM MANAGEMENT

메커니즘경영학회
MECHANISM SOCIETY

2호

메커니즘 연구

Journal of MECHANISM MANAGEMENT

조정(Coordination)에서 상호의존성(Interdependency)을 매개변수로 한 조정 메커니즘: 문헌 연구와 모델 빌딩 — 1 — 유재승, 조동성

중소제조기업의 스마트팩토리 실행 성공요인에 대한 AHP 분석 연구 – ser-M 기반으로 – — 35 — 김태종, 신호상

Blockchain and IoT-based ASC Traceability System — 77 — Shi Xinye, Zhang Hongli, Park Kichan

AI기반 고객분석 메커니즘 혁신 – 넷플릭스 사례를 중심으로 – — 105 — 서주연, 표정호

제너럴 일렉트릭의 최고경영자 교체와 디지털 전환 — 125 — 조동성, 이동현

메커니즘경영학회
MECHANISM SOCIETY

제2호

메커니즘 연구

Journal of Mechanism Management

2022.5

매커니즘 경영학회
Mechanism Society

Contents

메커니즘 학회지

I. 조정(Coordination)에서 상호의존성(Interdependency)을 매개변수로 한 조정 메커니즘: 문헌 연구와 모델 빌딩 ····· 1
유재승 · 조동성

II. 중소제조기업의 스마트팩토리 실행 성공요인에 대한 AHP 분석 연구 - ser-M 기반으로 - ····· 35
김태종 · 신호상

III. Blockchain and IoT-based ASC Traceability System ····· 77
Shi Xinye, Zhang Hongli, Park Kichan

IV. AI기반 고객분석 메커니즘 혁신 - 넷플릭스 사례를 중심으로 - ····· 105
서주연 · 표정호

V. 제너럴 일렉트릭의 최고경영자 교체와 디지털 전환 ·· 125
조동성 · 이동현

I

조정(Coordination)에서 상호의존성(Interdependency)을 매개변수로 한 조정 메커니즘: 문헌 연구와 모델 빌딩

유재승 · 조동성

조정(Coordination)에서 상호의존성(Interdependency)을 매개변수로 한 조정 메커니즘: 문헌 연구와 모델 빌딩

유재승[1] · 조동성[2]

본 연구는 조직의 가치창출 활동에서 보편성을 갖으며 핵심 역할을 하는 조정을 다뤘다. 연구는 두 단계로 진행하였다. 1단계에서는 국내외 학술지 및 서적에 게재된 가치창출 활동 관점의 조정에 대한 연구들을 대상으로 다학제적 문헌 연구를 수행하였다. 우리는 이 연구를 통해 조직에서의 조정활동과 관련하여 공동목표, 역할분담, 상호의존성, 조정 메커니즘이라는 네 가지 키워드를 찾아내고, 이들 간의 순차적인 관계를 파악하였다. 2단계에서는 1단계에서 찾아낸 네 가지 키워드를 조직에서 보편적으로 적용이 가능한 조정의 핵심지식으로 인식하고, 조정 체계라는 모델을 개발했다. 그리고 SER-M 모델을 적용해서 주체에 해당하는 실행자(S), 환경(E), 자원(R) 간의 역할을 다뤘다. 조정 메커니즘에서는 상호의존성과 CPT 모델을 적용해서 조합(C), 순열(P), 시간(T)으로 조정이 이뤄지는 과정을 논하였다. 연구자와 경영자는 이 모델을 통해서 모호했던 조정 체계를 명시적으로 파악하고 조정을 조직의 가치창출을 위한 핵심 경영지식으로 명확하게 이해해서, 학문적 연구와 현업에 적용할 수 있을 것이다.

주제어: 조정, 공동목표, 역할분담, 상호의존성, 조정 메커니즘, SER- M 모델

1 논문 접수일 : 2022년 3월 25일 게재확정일 : 2022년 5월 18일
*심사 과정에서 유익한 조언을 해주신 익명의 두 심사자님께 진심으로 감사드립니다.
유재승(제1저자) 서울과학종합대학원대학교 박사과정, jasonyou @naver.com
2 조동성 (교신저자) 서울대학교 명예교수, dscho123@gmail.com

Ⅰ. 서론

가치를 창출하는 조직은 기본적으로 공동목표, 역할분담, 조정 및 권한의 위계라는 네 가지 속성(임창희, 2014)을 갖고 있는데, 이 중 조직이 시너지를 창출하여 공동목표를 달성하게 하는 것은 조정이다(Jones, 2013). 이처럼 조직운영의 핵심요소가 조정(Daft, 2015)이므로 경영학, 행정학, 사회학, 심리학, 군사학 등 다양한 학문영역과 세부 학문분과(Discipline)에서 100년 넘게 많은 연구가 이루어지고 있다(Castaner & Oliveira, 2020; Cheng, 1984; Fayol, 1949; Hong et al., 2009; Katz & Kahn, 1978; Malone & Crowston, 1994; Okhuysen & Bechky, 2009; Tee et al., 2019).

조직의 가치창출 활동에서 보편성을 갖는 조정(Barnard, 1938; Mintzberg, 1983)에 대한 연구가 여러 학문분과에서 독자적으로 이루어진 결과 연구자들에 따라 다양한 정의를 내리고 있고, 같은 의미지만 서로 다른 전문용어가 사용되고 있는 실정이다. 심지어 조정의 기본 개념에 대한 불명확한 이해에서 연구가 이루어진 경우도 있다. 이런 상황에서 조정에 대한 연구를 처음 시작하는 연구자들은 선행 연구로부터 일목요연하고 체계적인 핵심 지식을 얻기가 어렵고 때론 혼란스럽기조차 하다.

조정에 대한 통합적 관점에서 공통적으로 적용이 가능한 핵심 지식과 조정을 구성하는 각 요소들의 관계를 가시적으로 파악할 수 있는 조정 체계의 프레임워크가 있다면, 조정을 연구하는 연구자들이 이를 활용할 수 있어 핵심 지식 부족으로 겪는 초기 연구단계의 혼돈과 어려움을 피할 수 있다. 또한 현장의 실행자들도 이를 활용하여 해당 조직만의 고유한 조정 메커니즘을 쉽게 고안하여 업무에 적용함으로써 조직의 남다른 성과를 창출하고 경쟁우위를 확보할 수 있을 것이다. Malone 과 Crowston(1994)은 다학제적 문헌연구를 통하여 통합적 관점의 조정이론(Coordination Theory)의 개념을 제시하고, 별도의 독립된 학문분과로서 연구의 필요성을 주장하였다. 이들 연구는 조정에 대한 통합적인 지식을 제시한 면이 있으나 정보통신기술(Information Communication Technology: ICT) 관점에 치우쳐져 있어 조정활동이 일어나고 있는 조직에서의 조정에 대한 보편적 측면의 연구에 대한 아쉬움이 있고 조직의 업무 환경 변화 및 일하는 방식의 변화에 따라 조정이 왜 달라지는가에 대한 설명을 다루고 있지 않다.

본 연구는 국내외 학술지 및 주요서적에 게재된 가치창출 활동에서의 조정에 대한 연구들을 대상으로 조정, 공동목표, 상호의존성, 조정 메커니즘 등의 핵심 어휘들을 중심으로 검색하여 다학제적 문헌연구를 하였다. 그리고 통합적 관점의 조정론에 입각하여 그 결과를 종합 및 재구성하여 조직에서 공통적으로 적용이 가능한 조정의 핵심지식을 제시하고 전체 조정 체계를 구성하는 각 요소들의 관계를 가시적인 프레임워크로 제시하였다.

Ⅱ. 1단계 연구: 조정(Coordination)에 대한 다학제적 문헌연구

조직 또는 구조화된 인간사회는 반드시 조정이 필요한데(Barnard, 1938), 조직에서 공동목표 달성이라는 가치창출 관점의 조정에 대한 기존연구는 크게 조직론을 중심으로 조정이 무엇인가에 대한 개념, 역할 및 중요성 등의 내용 연구와 각 학문분과 별로 실행자, 환경, 자원, 상호의존성의 특성이 반영된 고유한 조정 메커니즘을 고안하여 실제 현업에서 어떻게 적용되어 조직의 성과를 창출하는가에 대한 활용 연구로 나눌 수 있다. 하지만 기존의 연구들은 조정이 조직에서 보편성을 갖음에도 불구하고 통합적인 연구보다는 특정 주제에 치우친 파편화된 연구가 주를 이루고 있어 각 학문분과에서 공통적으로 널리 적용이 가능한 핵심적인 조정에 대한 지식의 제공이 미흡하다. 이는 숲을 보지 못하고 나무만 보는 것 같은 아쉬움이 있다. 기존의 조정에 대한 선행연구들을 정리하면 다음과 같다.

1. 조정에 대한 내용 차원의 연구

조정에 대한 내용 차원의 선행연구는 크게 세 그룹으로 나눌 수 있다. 첫째, 조직에서 조정이 갖는 의미와 공동목표 달성을 위한 조정의 중요성을 강조한 경영자와 연구자로는 1917년 프랑스의 Fayol(1949)을 필두로, Follet(1942), Gulick과 Urwick(1937), Koontz와 O'Donnel(1976), Mooney와 Reiley(1939)등이 있다. 이들은 경영자의 관리기능으로서 조정의 중요성이나 계획, 조직 및 통제 등 제반 관리기능들과 조정기능과의 관계를 설명하고 있

다. 특별히 GM의 수석 부사장으로, Sloan 사장을 도와 GM을 세계 최대의 자동차 회사로 성장시킨 Mooney는 조정을 수평적 조정과 수직적 조정으로 구분하고 다른 관리적 기능을 초월하는 최상의 기능이라고 주장하였다. Koontz와 O'Donnel(1976)은 조정을 경영자 지위의 핵심으로 간주하고 그가 주장한 다섯 가지 관리적 기능은 조정을 달성하기 위한 하나의 실행기능으로 인식하였다. Chandler와 Daems (1979)는 대기업이 성장하며 존재하는 이유를 위계구조를 갖는 기업조직의 성공적인 조정과 자원분배에 있다고 주장하고 조정이 효율적으로 이루어지는가를 점검하기 위하여 회계기법이 개발되었다고 하였다.

둘째는 조직설계, 조직구조, 조직이 처한 환경, 조직의 전략, 조직의 의사결정 및 과업의 특성과 연계하여 조정을 연구한 흐름이다. Burn와 Stalker(1961)는 환경의 변화에 따라 조직구조, 업무수행 과정, 기술 등을 변화시켜 환경에 잘 적응하는 조직구조가 효과적인 조직구조라고 주장하였다. 기계적 조직구조는 환경의 변화가 적은 안정적이고 확실한 환경에 적합하며, 조정 메커니즘도 정형화된 공식적인 메커니즘이 적용된다고 하였다. 불확실하고 변화가 많은 환경에는 유기적인 조직이 적합하고, 조정 메커니즘도 상호조정과 같은 비정형화된 조정 메커니즘이 적용된다고 하였다. Galbraith(1974)는 정보처리 관점에서 조정을 연구하였는데, 불확실성(Uncertainty)과 연계하여 모든 조직은 필요한 정보의 양을 줄이는 방향으로 조정 메커니즘을 채택하거나 정보처리의 능력을 키우는 방향으로 적용함을 제시하였다.

March와 Simon(1958)은 조직의 의사결정 연구에서 역할분담에 의한 전문화는 상호의존성을 야기하고 이 상호의존성은 조정을 통하여 관리된다고 보았다. 그리고 조정을 사전에 정해지거나 예측 가능한 정도에 따라 계획 조정과 상황에 따라 새로이 전달되는 정보에 의하여 유연하게 조정이 이루어지는 회반(回反) 조정으로 분류하였다. Thompson(1967)은 조직에서 업무수행 활동의 특성에 따라 상호의존성을 분류하여 조정 메커니즘과 연계하여 조직설계에 적용하였으며, 과업수행 과정에서 이러한 상호의존성은 독립적 또는 동시에 복합적으로 존재한다고 주장하였다. Thompson(1967)의 연구를 정리하면 표1과 같다.

〈표 1〉 Thompson(1967)의 Interdependence, Coordination 및 Information과의 관계 요약

상호의존성 구분	조정(Coordination)	필요 정보량
집합적(Pooled)	표준화(Standardization)	비교적 적은 정보
순차적(Sequential)	사전계획(Plan)	중간정도의 정보
교호적(Reciprocal)	상호조율(Mutual adjustment)	가장 많은 정보

Lawrence와 Lorsch(1967)는 통합과 조정을 한 쌍의 개념으로 인식한 가운데, 동일한 환경에서 운영되고 있는 과업단위 수준에서 환경과 조직의 대응에 관한 연구를 통해 과업환경의 특성에 따라 조직구조가 보다 세밀하게 분화(Differentiation)되고 이에 상응하는 조정으로서 통합(Integration)이 잘 된 조직이 전체 조직의 성과가 우수함을 입증하였다. Van de Ven et al.(1976)은 조직 내 단위업무 수준에서 조직특성, 과업의 특성 및 상호의존성에 따라 상응하는 조정 메커니즘이 다르게 적용됨을 실증하였다. 조정을 조직의 가장 근본적 요소로 인식한 Mintzberg(1983)는 조직구조를 간단하게 정의하면 수행될 과업으로 나누는 역할분담과 이들 나누어진 과업을 완수하는 활동인 조정의 총합이라 주장하고, 기술 및 과업의 특성에 따라 조직유형을 다섯 가지로 분류하여 이에 상응하는 조정 메커니즘을 제시하였다.

셋째는 조직학자들에 의하여 이루어진 조직에서의 조정에 대한 개념 및 내용 측면의 연구가 축적됨에 따라 이를 기반으로 조직안에서 특정 주제와 - 지식, 신뢰, 소통, 협업, 시너지, 혁신(Innovation) 등 – 조정과의 관계에 대한 연구가 활발하게 이루어져 왔다(Adler, 2001; Gupta & Govindarajan, 1991; Katzy et al., 2013; Nonaka, 1994; Rabbiosi, 2011; Sambamurthy & Subramani, 2005).

2. 조정에 대한 각 학문분과별 활용 차원의 다양한 연구

역할분담에 의하여 가치창출 활동을 하는 조직에는 반드시 조정이 필요하다. 이처럼 조직에서 보편성을 갖는 조정은 여러 학문분과에서 연구자의 관점에 따라 독립적으로 분기되어 오랫동안 다양하게 연구되었다. 이 연구들은 특정 주제에 대한 깊이 있는 연구가 이루어졌으나 보편성을 갖는 조정의 속성을 고려할 때 공통적이고 포괄적인 조정지식을 제시하는 데는 아쉬움이 있다.

학문분과별 활용 차원의 선행 연구를 좀더 구체적으로 살펴보면, 조직의 전략실행에서 조정의 중요성을 인식한 Chandler(1962)는 “조직은 전략을 따른다”는 명제를 제시했는데 이는 전략에 따라 이를 실행하는 조직구조가 달라지고, 조정도 달라짐을 의미한다. 실제로 Miles et al.(1978)은 기업의 사업전략 유형을 4가지 나누어 이에 상응하는 4가지 조정의 특성을 제시하였다. Gulati & Singh(1998)은 제휴 구조와 성패가 조정에 달려 있음을 연구하였고 Grant(1996 b)및 Nonaka et al.(2006)은 조직학습, 지식 및 흡수역량의 연구에서 조정이 조직의 성과를 좌우하는 중요 요소임을 주장하였다. 선도기업과 후발기업의 차이점을 연구한 Cho(2002)는 삼성전자와 Sony가 전자산업을 선도하는 원인을 이들 기업의 환경창조 메커니즘에서 찾았다. 그가 찾아낸 환경창조를 하는 선도기업과 환경적응을 하는 후발기업의 차이는 기업이 가진 비전에 따라 환경을 조정하는 능력이었다. 즉 선도기업은 기업의 비전에 따라 환경을 재구성하는 조정능력을 가지고 있는 반면, 후발기업은 존재하는 환경을 분석해서 활용하는데 그친다는 것이다.

국제경영 분야의 조정에 대한 연구에서 Porter(1986)는 기업의 국제경쟁 전략유형을 기업활동의 국가별 배치(Configuration)와 국가별로 수행되는 기업활동을 통합하고 연결하는 조정(Coordination)이라는 두 축으로 분류하고 이 두 가지를 잘 관리하면 경쟁우위를 달성할 수 있다고 주장하였다. Manolopoulos et al.(2011)은 다국적기업의 국제적 연구개발 업무에서 역할, 조직규모 및 조직 연령(Age)이 조정 메커니즘의 가장 중요한 결정요인임을 연구하였다. Martinez 와 Jarillo(1989)는 다국적 기업의 조정에 대한 종단적 문헌연구에서 시간이 지남에 따라 경영 환경변화와 추구하는 전략의 변화에 상응하여 조정은 공식적 조정에서 비공식적이고, 사람들 간의 직접대면 등에 의한 세밀한 조정이 빈번하게 이루어짐을 규명하였다. 그러나 이 연구는 조정과 통제의 개념상의 혼돈이 있는 아쉬움이 있는데 이와 같은 상황은 다른 분과학문의 연구에서도 발견된다. 이는 조정의 핵심지식에 대한 명확한 이해 부족이 그 원인이라고 생각된다.

공급사슬관리(Supply Chain Management: SCM)에서 Lambert et al.(1998)는 “최종 소비자에게 가치를 제공하기 위해 독립적인 참여자들 또는 회사 내 기능부서 간에 수행하는 상호의존적인 과업활동을 계획, 실행, 통제하는 일련의 과정”이라며 조정의 중요성을 강조하였다. Mentzer et al.(2001)은 과업활동간 상호의존성이 존재하는 SCM의 성공을 위해서는 조정이 핵심이라고 하였다. Fugate et al.(2005)은 SCM의 성패는 공급사슬 전체의 목표와

참여하는 개별기업별 각각의 목표와의 적절한 조화이며 이를 위해 참여자의 행위에 대한 원활한 조정이 필수적이라고 하였다. Simchi-Levi et al.(1999)은 월마트(Wal-Mart)에 대한 연구에서 POS Data 시스템을 핵심 공급자들에게 개방하여 정보를 공유함으로써 긴밀한 조정을 이루어 전체 공급사슬의 성과를 높였음을 밝혀냈다. Lehoux et al. (2014)은 제지산업의 SCM에서 협업을 지속하기 위한 조정 메커니즘의 중요성을 강조하고 상황 별 적합한 조정 메커니즘을 제시하였다. 한편 SCM에서 조정에 대한 많은 연구 가운데 일부 연구에서 조정 메커니즘 등에 대한 구분 등에서 조직학자들에 의하여 정립된 일반적인 개념에서 벗어나는 경우를 볼 수 있다. 이는 조정연구에 대한 선행연구 부족이 그 원인으로 판단된다.

특정 기능을 담당하는 수많은 모듈(Module)의 연결과 통합이 필수적인 소프트웨어 개발과 같은 정보통신기술(ITC)에서 조정은 과업의 성패를 결정하는 핵심요소(Parolia et al.,2007)이므로 다양한 연구가 이루어졌다. Streeter et al.(1991)은 ICT가 농산물 상품의 생산과 품질 정보부터 수요 및 가격 정보까지 가치사슬 전 과정에 걸쳐 참여자들의 정보교환 정확도와 속도를 향상시킴으로써 참여자간 조정을 잘 할 수 있음을 연구하였다. Fink(2007)는 그룹웨어가 시간과 장소의 제약없이 이용이 가능함으로 참여자의 소통을 촉진함으로써 조정을 원활하게 하여 조직의 성과를 향상시킴을 입증하였다. Argyres(1999)는 스텔스 폭격기인 B-2의 개발과업에서 ICT가 참여자간 조정을 촉진하여 성공적인 성과를 가져옴을 밝혀냈다.

Lee et al.(2013)은 개발자가 전세계적으로 분산되어 있는 약점과 소프트웨어 사용자의 잦은 성능 변경 요구가 과업의 성과를 떨어뜨리나 합당한 조정 메커니즘의 적용이 이를 상쇄함을 실증하였다. Sabherwal(2003)은 소프트웨어 개발과업에서 상반된 입장에 있는 발주자(Client)와 공급자(Vendor)의 관점에서 각각의 조정의 특성을 비교 연구하였다. Kraut 와 Streeter(1995)는 과업의 규모, 단계 및 확실성 등 소프트웨어 개발과업의 특성에 따라 조정 메커니즘이 달라야 함과 소프트웨어 개발이라는 업무의 특성상 상호의존성이 존재하는 전문지식인 간의 직접적이고 비공식적 의사소통이 효과적인 조정 메커니즘임을 실증연구로 밝혀냈다. Nidumolu (1995; 1996)는 수직적 조정은 과업의 불확실성과 잔여 성과위험을 줄여주고, 수평적 조정은 아이디어와 쟁점사항에 대한 탐색을 가능하게 하여 소프트웨어의 성능을 향상시킴을 실증연구를 통하여 밝혀냈다.

경쟁우위를 확보하기 위하여 다양한 고객의 요구에 부응하는 고객관계관리와 같은 마케팅 활동의 중요성이 강조됨에 따라 기능부서 간에 존재하는 상호의존성을 관리하기 위한 조정은 더욱 중요해지고 있다(Chen et al., 2013). 회사내 기능부서간 조정에 대한 선행연구를 살펴보면, Shapiro(1977)는 마케팅 부서와 생산부서 간의 갈등 가능성을 여덟 가지 요인으로 정리하고 적합한 조정 메커니즘의 실행이 갈등을 해결하고 조직의 성과를 높임을 주장하였다. Adler(1995)는 신제품 개발업무에 대한 사례연구에서 신제품 개발업무의 진행단계별 기능부서의 상호의존성과 조정 메커니즘이 다름을 주장하고 이를 연역적으로 도출하여 제시하였다. Konijnendijk(1994)는 수주 후 설계제작(Engineering-to-order : ETO)회사의 조정에 대한 연구에서 과업의 속성상 직원 순환 근무, 태스크포스팀 과 IT solution이 지식 및 정보의 교환을 원활하게 할 수 있는 중요한 조정 메커니즘임을 주장하였다. Ruekert, Walker(1985, 1987) 및 Olson(1995)은 마케팅 부서와 생산, R&D 부서 등 기능부서간 상호작용 및 신제품 개발 활동에 대한 일련의 연구에서 전략, 환경, 조직 구조, 과업의 특성 및 수행과정 등 상황요인에 따라 조정 메커니즘이 달라져야 함과 상황에 적합(Fit)한 조정을 실행하는 기업이 성과가 우수함을 실증하였다. Fujimoto(2012)는 토요타 자동차의 세계적 경쟁력은 독창적인 기능부서간 조정에 있음을 주장하였다.

Ⅲ. 2단계 연구: 조정 체계에 대한 프레임워크 개발

조직이 남다른 성과를 창출하기 위해서는 조정에 대한 올바른 지식을 바탕으로 상호의존성의 특성에 따라 적합한 조정 메커니즘을 고안 및 적용하여 일사불란한 조직력이 발휘되어야 한다. 하지만 일부 연구(Malone & Crowston, 1994; Okhuysen & Bechky, 2009)를 제외하고, 조직의 가치창출 활동에서 조정의 보편성, 핵심적 역할 및 중요성에도 불구하고 다소 중구난방적일 정도로 학문분과 별로 다양하게 분화되어 개별적인 연구가 이루어져 왔을 뿐 보편적 적용이 가능한 통합적 관점의 연구가 부족하였다. 그 결과 조직에서 조정의 적용과 관련된 일부 선행연구에서는 조정에 대한 핵심개념의 혼돈과 잘 못 적용된 경우도 발견된다(Martinez & Jarillo,1989; Pinto et al., 1993). 이 같은 상황에서 조정을 처음 연구하는 연구

자나 현장의 실행자들은 조정 지식을 연구와 현업에 활용함에 있어 혼란과 어려움을 필연적으로 겪게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 통합적 관점에서 조정에 대한 핵심 지식과 조정을 구성하는 요소들의 관계를 가시적으로 보여주는 조정 체계의 제시는 절실히 필요하다(Heath and Staudenmayer, 2000).

본 장에서는 조정에 대한 심도있는 다학제적 문헌연구 결과를 바탕으로, Malone 과 Crowston(1994), van Fenema et al.(2004) 등이 주장한 통합적 관점인 조정론 차원에서 조정의 중요 지식을 종합하고 재구성하여 조직에서 공통적으로 적용이 가능한 조정의 핵심지식을 제시하였다. 또한 SER-M 모델(Cho & Lee, 1998; Cho, 2002; 조동성, 2014)과 결합하여 해당 조직만의 고유하고 적합한 조정을 만들어 내고 실행하는 조정 체계에 대한 프레임워크를 가시적으로 제시하였다.

1. 조정에 대한 핵심 지식 제시

가. 조정의 정의

조정은 학문분과, 연구자의 관점, 조직 수준 및 과업에 따라 다양한 연구가 이루어져 왔다. 그 결과 조정에 대한 정의는 연구자들 마다 다양하다. 조정에 대한 정의가 다양한 이유는 조정이 갖는 속성이 눈에 보이지 않은 추상적인 개념이고(Holt, 1988), 새로운 상황의 출현을 반영하여 조정에 대한 지식이 확장되고 있는 현재 진행형의 학문 영역이며(Jarzabkowski et al., 2012; Okhuysen & Bechky, 2009; van Fenema et al., 2004), 각 학문분과 별로 독립된 연구가 수행되어 마치 갈라파고스 제도의 핀치새처럼 단절된 연구가 진전되었기 때문이다. 역할분담이 없이 혼자 일을 한다면 조정은 필요하지 않다(Gittell, 2000; Malone, 1988). 또한 역할을 분담하여 조직의 공동목표를 달성하기 위한 가치창출 활동을 수행하는 과정에서 하부과업의 방향이 일치하지 않으면 마치 방향이 서로 다른 벡터(Vector)를 합하는 것처럼 시너지 효과를 내지 못하고 조직 전체의 효율을 떨어뜨리게 된다. 따라서 통합적 관점에서 조정을 정의하면 조정은 조직의 공동목표 달성을 위하여 가치창출 활동의 전 과정에 존재하는 상호의존성의 특성을 고려하여 각 기능별 활동을 조직의 공동목표에 합당하게 한 방향으로 일치시켜 시너지를 창출하는 경영활동이다라고 할 수 있다.

나. 조정 프로세스

조직은 반드시 공동목표와 이를 달성하기 위한 역할분담이 필요하다(Daft,2015). 또한 역할이 분담된 조직에 조정은 필수적이다(Jones, 2013). 조직의 가치창출 활동의 일환인 조정은 조직의 공동목표에 대한 조직원의 명확한 인식으로부터 출발한다. 다음으로 과업 참여자 간의 업무를 나누어 정하고, 상호의존성의 특성을 파악하여 합당(Fit)한 조정 메커니즘을 하부 과업조직의 과업활동에 적용한다. 이를 통하여 각각 나누어 수행되는 하부 과업수행 조직의 가차창출 활동을 연결하고 통합하여 조직 전체의 성과를 창출해 내고 조정 프로세스도 종료된다. 이러한 조직의 가치창출 활동에서 적용되는 조정 프로세스를 그림으로 나타내면 그림1과 같다.

[그림 1] 조정 프로세스

공동목표 인식 ⇨ 업무 분장 ⇨ 연결과 통합 ⇨ 성과 창출

(Adler, 1995; Aiken & Hage, 1968; Daft, 2015; Galbraith, 1977; Malone, 1988; Mintzberg, 1983; Thompson,1967; Van de Ven, et al., 1976등을 통합적 관점에서 연구자가 종합하여 재구성함)

다. 조정 구성의 핵심요소

조정에 대한 다학제적 문헌연구를 바탕으로 조정을 구성하는 핵심요소를 정리하면 조정은 공동목표, 역할분담, 상호의존성, 조정 메커니즘으로 구성되어 있으며 그 개념은 표 2와 같이 요약하여 정리할 수 있다. 이중에서 상호의존성의 특성을 파악하는 것과 조직의 가치창출 활동에 합당한 적용이 가능하도록 해당 조직만의 고유한 조정 메커니즘을 만들어 내는 것이 성공적인 조정을 위하여 가장 중요하다.

[표 2] 조정의 구성 요소

공동목표	전체 조직의 역량을 모아 달성하고자 하는 조직 전체의 목표
역할분담	조직의 공동목표를 달성하기 위하여 수행하여 할 하부 과업을 나누고 실행자 결정, 환경 및 자원 식별
상호의존성	공동목표를 달성하기 위한 과업활동에서 조직의 제반 요소들 간에 존재하는 관계의 속성
조정 메커니즘	상호의존성의 특성에 따라서 조정을 실행시키는 구체적인 방법

(임창희, 2014; Espinosa et al., 2007; Galbraith, 1974; Lawrence & Lorsch, 1967; Malone & Crowston, 1994; Mintzberg, 1983; March & Simon, 1958, Tjosvold,1986; Thompson, 1967; Van de Ven et al., 1976을 연구자가 통합적 관점에서 종합하여 재구성함)

2. 조정 체계에 대한 프레임워크 제시

가. 조정 체계에서 공동목표와 조정의 관계

공동목표와 조정과의 관계에 대한 연구는 다양하게 이루어지고 있다(Aiken & Hage, 1968; Chen et al., 2013; Cheng, 1983; Faraj & Xiao, 2006; Grant,1996 a; Nova & Gonzalez ,2016; Scott, 1992). Van de Van et al.(1976)은 공동목표를 달성하기 위한 과업 수행 과정에서 수평적 조정과 수직적 조정이 모두 필요하며, 조정 메커니즘의 유형이 과업의 불확실성과 같은 속성에 따라 달라짐을 실증연구를 통하여 입증하였다. Adler(1995)는 공동과업의 업무의 진척도에 따라 조정 메커니즘이 달라짐을 규명하였다. Cheng(1983)은 복잡성 과 난이도 등 공동목표의 속성에 따라 이에 합당한 조직구조와 조정이 필요함을 밝혔다. Tushman and Nadler(1978)은 공동목표의 불확실성과 이에 따른 정보처리의 특성에 따라 적용되는 조정 메커니즘이 달라짐을 규명하였다. Cooper 와 Kleinschmidt(1995)는 공동목표 달성을 위한 기능부서간 회사내 조정 및 공급사슬 참여자 간의 회사간 조정이 모두 원활이 이루어지는 것이 성과와 밀접한 관련이 있음을 입증하였다.

Argote(1982)는 병원 조직의 조정에 대한 연구에서 불확실성이 낮은 업무는 계획된 조정이 조직의 효율성을 높이고, 불확실성이 높은 업무는 전문가들의 전문성에 의존하는 비계획적 조정이 효과적임을 규명하였다. Birnbaum(1981)은 전문가 집단이 공동으로 참여하는 불확실성이 높은 학문적 연구는 공식적 조정 메커니즘을 적용하는 것은 성과에 부정적인 영향을 줌을 실증하였다. Johansson 과 Bäck(2017)는 재난과 같은 위기 상황에서 효과적 대처를

위한 조정은 지휘자 중심의 조정 및 이에 상응하는 리더 간의 의사소통이 필요함을 실증하였는데 이는 공동목표의 특성에 따라서 조정과 의사소통이 달라져야 함을 의미한다.

이처럼 많은 연구자들의 연구를 종합하여 보면 조직의 공동목표를 달성하기 위해서는 공동목표의 복잡성, 난이도, 불확실성, 필요한 정보 처리량 등의 속성과 진척 정도 등 상황에 따라 실행자, 자원, 환경 및 상호의존성에 순차적으로 영향을 미치거나 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다. 또한 이에 따라서 조정 메커니즘이 달라지거나 합당한 조정 메커니즘을 적용해야 함을 알 수 있다.

나. 조정 체계에서 실행자(Actor)와 조정의 관계

"결국 일은 사람이 한다"는 말처럼 조직에서 핵심적인 역할을 수행하는 실행자는 수행업무의 수준에 따라 경영자로부터 현장 작업자까지 다양한 위치에 있다. 경영자는 조직의 공동과업 수행을 위한 실행자로서 조직의 전략, 환경에 대한 인식, 조직구조, 역할분담, 운영을 위한 의사결정, 과업의 실행 등에서 조정과 밀접하게 관련되어 있다(Bertrand & Schoar, 2003; Edström & Galbraith, 1977; Fayol, 1949; Gulick & Urwick, 1937; Hambrick & Mason, 1984; Mintzberg, 1983). Selznick(1957)은 최고경영자의 핵심역할이 조정을 촉진하는 것이라고 하였는데, 실행자 중심의 조정 메커니즘을 고안하여 남다른 성과와 경쟁력을 창출한 예로는 Taylor(1911,2004)와 Ford (2017)를 들 수 있다. Harzing(2001) 등은 다국적기업에서 모회사의 자회사에 대한 인력파견이 두 조직 간의 조정의 일환임을 밝혀냈다. Tsai(2002)는 지식공유에서 실행자들의 관계가 협력적이냐 경쟁적인가에 따라 조정 메커니즘이 달라짐을 입증하였다. Katz 와 kahn(1978)은 경영자의 환경 및 과업에 대한 인식이 조정 메커니즘의 고안과 채택에 영향을 준다고 하였다. Nahapiet 와 Ghoshal(1998)은 실행자 간의 신뢰가 효율적인 조정의 수행에 중요함을 논증하였다.

조정과 리더십의 관계에 대한 연구가 여러 학자들에 의하여 수행되었다(Bolton et al., 2013; Johansson & Bäck, 2017; Pietraszewski, 2020). Calvert(1992)는 리더십을 조정을 통한 조직의 결과물을 만들어 내는 수단이라고 규정하였으며, Uhl-Bien et al.(2007)은 리더십을 조직의 활동을 조정하는 관리자 역할을 맡고 있는 리더의 행위라 규정하였다. Mom et al.(2004)은 경영자의 다재능성(Ambidexterity)은 조정 방법과 관련이 있는데 공식적 조정방

법 보다는 구성원들 간에 이루어지는 비공식적 조정 메커니즘이 더 크게 영향을 줌을 입증하였다.

이와 같이 행위자와 조정은 불가분의 관계에 있으며 공동목표를 달성하기 위한 행위자의 다양한 속성은 조직의 공동목표를 달성하기 위한 상호의존성의 특성을 결정하여 조직의 합당한 조정 메커니즘을 만들고 적용하는데 중요한 요소로 작용한다.

다. 조정 체계에서 자원과 조정의 관계

자원은 회사내에 존재하는 자금, 생산시설, 건물 등과 같은 실물자원 뿐만 아니라 기술, 지식, 의사소통을 위한 정보통신 기술, 제도, 문화, 조직구조, 네트워크 등의 다양한 가치창출 요소를 말한다(Barney, 1991; Chai & Kim, 2010; Grant, 1991; Nonaka, 2007; Penrose, 1959; Phrahalad & Hamel, 1990). 조직은 보유한 자원을 활용하여 공동목표 달성을 위한 성과를 만들어 내는데 이들의 가치와 효율적인 활용 등에 의하여 조직의 경쟁력에 큰 영향을 준다. Pfeffer(1976)는 인수합병과 조인트 벤처 설립을 조직의 공동목표 달성을 위한 자원의 연계와 상호의존성을 맺고 조정을 수행하는 것으로 보았다. 또한 Pfeffer 와 Salancik(1978)는 독립적인 회사간 자원의 상호의존성이 두 회사간의 수직적 조정을 증가시키고 환경이 불확실 할수록 중요성이 증가한다고 하였다.

Malone 과 Crowston(1994)는 조직이 보유한 자원의 속성에 따라 조정 메커니즘이 다름을 주장하였다. Chu et al.(2017)은 중국의 꽌시(Guanxi)가 자원으로서 불확실성이 높은 사업환경에서 SCM의 상호의존성을 관리하는 조정 메커니즘임을 논증하였다. Hooyman(1976)은 자원불균형이 상호의존성의 특성을 결정하고 조정 메커니즘을 결정한다고 주장하였다. Mohr(1971)은 조직내에 존재하는 조직기술의 특성에 따라서 조정 메커니즘이 달라짐을 입증하였다. Aiken 과 Hage(1968)는 조직이 보유하고 있는 자원 간의 상호의존성의 특성에 따라서 과업수행을 위한 조정 메커니즘이 결정됨을 입증하였다. Malone et al.(1987)은 해당 조직에서 보유한 IT 자원이 원활한 정보교환 과 처리를 가능하게 함으로 조정 메커니즘과 조직구조에 큰 영향을 끼침을 연구하였다. Bendoly et al.(2012)은 신제품 개발(NPD)에서 성과를 좌우하는 회사내 기능부서 간 조정과 회사간 조정에 IT자원인 정보 시스템이 조정과 성과에 대한 매개역할을 함을 입증하였다.

Nova 와 Gonzalez(2016)는 지식을 조직의 성과 창출과 경쟁력 유지를 위한 중요한 조직 자원으로서 인식하고, 지식이전 활동에서 공동과업의 속성, 참여자, 참여환경 등의 상황에 따라 지식이전을 위한 조정 메커니즘이 달라짐을 연구하였다. 일본기업의 혁신과 경쟁력을 지식의 생성과 활용의 관점에서 연구한 Nonaka와 그의 동료들(1994, 2009) 은 조직에서 암묵지가 형식지로 전환되어 활용되고 조직의 경쟁력을 만들어 내는 과정에서 조정의 역할을 중시하였다. 지식을 핵심자원으로 인식한 Grant(1996 b)는 조직에서의 지식의 생성, 공유, 통합 및 활용에서 조정의 역할 및 중요성을 강조하고, 특별히 조정을 각 개인에게 산재되어 있는 지식을 끌어내어 형식지로 통합하는 조직 행위로 인식하였다.

이상에서 살펴본 것처럼 조직의 공동목표가 정해진 후 이를 달성하기 위한 조직이 보유하고 있는 다양한 자원의 가치, 가용성이 공동목표와 연결되어 결정된다. 즉 조직에 아무리 많은 유무형의 자원이 있어도 공동목표 달성에 소용이 없다면 그 자원은 무용지물에 불과하다. 또한 공동목표와 연계된 보유자원의 속성에 따라서 자원과 관련된 상호의존성의 특성이 결정되어 공동목표 달성을 위한 적절한 조정 메커니즘을 만들어 조정을 실행하게 된다.

라. 조정 체계에서 환경과 조정의 관계

환경과 조정의 관계를 탐구하는 연구는 다양한 학문분과에서 활발히 이루어 졌다 (Espinosa et al., 2007; Gesbert et al., 2017; Galbraith,1977, Ghoshal and Nohria, 1989; Teece et al. 1997). 동일한 사업 및 환경에서 과업단위 수준의 조정과 성과 관계를 연구한 Lawrence and Lorsch(1967)에 의하면 하부환경의 특성을 반영한 보다 세밀한 조정 메커니즘을 채택한 조직이 성과가 우수함을 규명하였다. Kotter(1979)는 기업들이 외부환경이 조직의 본업수행에 우호적인가 비우호적인가에 따라 조정 메커니즘을 다르게 적용할 수 있는 일하는 방법 또는 조직구조를 변경하여 대응한다고 주장하였다. Pfeffer 와 Salanick(1972,1978)은 조직에 제약을 가하는 외부환경과의 상호의존성의 특성에 따라 이에 대처하기 위한 조직의 전략적 행위와 조정 메커니즘이 다양하게 결정됨을 연구하였다. Burns 와 Stalker(1961)는 조직이 처한 환경 특성에 따라 적합한 조정 메커니즘을 택함을 논증하였다. Galbraith(1977)는 환경의 불확실성이 클수록 조직은 더 큰 정보처리 능력이 필요하고 이에 맞는 조정 메커니즘이 필요함을 입증하였다. Tushman 과 Nadler(1978)는 환경의

특성에 따라 이에 상응하는 정보처리 능력을 갖는 조정 메커니즘의 채택을 요한다고 하였다. Enright(2007)는 산업단지(Cluster)에서의 조정에 대한 연구에서 제품, 기술, 시장, 제도, 경쟁 등 환경변화에 대한 참여자 간의 신속한 대응이 가능하도록 조정이 진보하였음을 주장하였다. 또한 산업과 제품의 특성을 반영하여 기술과 지식의 신속한 활용과 거래비용을 줄이는 방향으로 조정이 이루어짐을 밝혔다.

이상에서 살펴본 것처럼 조직의 공동목표를 달성하기 위한 가치창출 활동에서 환경은 공동목표를 달성하기 위한 중요한 요인이다. 조직은 주로 환경의 속성이 공동목표 달성에 우호적인가의 관점에 따라 상호의존성의 특성을 파악하고 우호적인 환경은 최대한 활용할 수 있도록 하고 부정적인 환경을 그 영향을 상쇄시키는 방향으로 조정 메커니즘을 만들어 대응한다.

라. 조정 체계에서 상호의존성과 조정의 관계

조직의 공동목표를 달성하기 위하여 역할분담이 이루어진 조직에는 상호의존성이 존재하고(Tjosvold,1986), 이 상호의존성은 조직에서 조정활동의 근간을 이룬다. 다수의 연구자들이 상호의존성의 특성에 따라서 해당 조직 고유의 조정 메커니즘이 결정됨을 연구하였다(Malone & Crowston, 1994; March & Simon, 1958; Mintzberg,1983; Thompson, 1967; Van de ven et al., 1976). 상호의존성에 대한 연구는 초기에 사회심리학자를 중심으로 진행되다 많은 학문분과에서 활발히 이뤄졌다(Adler, 1995; Aggarwal et al., 2011; Aiken & Hage, 1968; Balliet et al., 2016; Cheng, 1983; Lawrence & Lorsh, 1967; McCann & Ferry, 1979; Victor & Blackburn, 1987). 조직에서 상호의존성의 특성을 업무 집행자가 어떤 관점에서 인식하여 조직구조 및 가치창출 활동에 적용하는가에 따라 조직의 성과에 크게 영향을 준다(Janz & Tjosvold, 1985). Deutsch(1949,2006)은 상호의존성을 공동목표의 관점에서 연구하고 상호의존성을 목표달성에 참여하는 참여자의 태도 측면에서 협력, 경쟁 및 독립의 세가지로 분류하였다. Malone 과 Crowston(1994)은 조직의 공동 과업을 수행하는 행위의 관점에서 상호의존성이 다양하게 존재함을 주장하였다. Andres 와 Zmud(2002)는 상호의존성이 높은 소프트웨어 개발과제일수록 유기적 조정이 더 중요함을 실증연구를 통하여 증명하였으며, 과업의 상호의존성을 줄이는 방향으로 모듈화 할 것을 제안하였다.

조직의 공동목표 달성을 위한 과업활동의 관점에서 상호의존성을 연구한 Thompson(1967)은 상호의존성을 과업활동의 특성에 따라 집합적, 순차적, 교호적 상호의존성으로 분류하고 이에 따라 적용되는 조정 메커니즘이 달라진다고 주장하고 이에 상응하는 조정 메커니즘으로 표준화, 사전 계획, 상호 조율을 제시하였다. 이는 조동성(2014)이 주장한 주체, 자원, 환경이 메커니즘의 생성원리인 조합(Combination), 순열(Permutation), 시간(Time)에 의하여 조직의 메커니즘이 만들어진다는 주장과도 일맥상통한다. 단 Thompson(1967) 및 여타 연구자들은 실행자, 자원, 환경의 상호의존성의 특성에 따라 만들어진 결과물로서 조정 메커니즘을 논할 뿐 조정 메커니즘이 만들어지는 논리와 과정에 대한 설명이 미흡하다. 하지만 조동성(2014)의 메커니즘 생성원리인 조합, 순열, 시간을 조정 메커니즘을 만들 때 상호의존성의 특성과 결합하여 적용하면, 조정에 대한 기존연구에서 불분명했던 상호의존성의 특성에 따라 조정 메커니즘이 어떻게 만들어지는가에 대한 논리를 명확히 설명할 수 있게 된다. 즉 조직에서 실행자, 자원, 환경 간의 상호의존성의 특성을 고려하여 조합, 순열, 시간이라는 메커니즘 생성원리가 조정 메커니즘이 만들어지는 과정에 적용되어 공동목표로부터 출발하여 최종적인 결과물로서 조정 메커니즘이 만들어지기까지 조직에서 조정이 실행되는 전 과정에 대한 적용 논리가 분명해진다.

이에 대하여 우리나라의 대표 음식인 김장 김치를 담그는 과업활동을 예로 들어 조정활동을 설명하도록 한다. 먼저 무슨 김치를 얼마나 담글 것인가를 결정하는 것은 공동목표를 확정하고 명확하게 인식하는 과정이다. 이것이 정해지면 누구를 몇 명이나 김치 담그는 일에 참여시킬 것인가, 배추를 절이는 것, 양념속을 준비하고 버무리는 것 등을 누가 할 것인가에 대한 결정을 하는데 이는 실행자의 결정 및 업무 분장에 해당된다. 또한 김장 김치를 담그는데 소요되는 배추, 각종 양념류 및 부재료에 대한 현황 파악과 준비, 작업 도구, 저장 용기들의 준비는 공동목표를 달성하기 위한 자원과 관련된 사항이다. 마지막으로 계절적 특성과 기후를 고려하여 숙성과 발효를 위한 저장 방법 결정, 배추 절임 시간과 정도의 결정, 지역적 특색에 따른 젓갈의 선택과 양념의 준비, 김치속을 어떻게 넣어 버무릴 것인가 등은 환경과 관련시켜 결정해야할 요소 들이다. 이처럼 공동과업으로서 김장김치가 고려해야할 요소가 더 많고 복잡한 이유는 우리가 365일 매일 먹는 김치이지만 좀 더 많이 정성스럽게 담는 김장김치가 일반 김치와 다른 이유이다. 즉 공동과업의 속성에 따라서 조정 체계의 전반에 영향을 주는 것이다.

이것이 모두 결정되고 나면 김치를 담그는 행위에 대한 상호의존성을 특성을 파악하야 한다. 김치를 담그는 과업활동은 공정에 따라 대략 집합적 상호의존성과 순차적 상호의존성이 공존한다. 배추를 절여서 씻고 절인 배추에 양념속을 채워 버무리고 저장용기에 담는 과정 간에는 순차적 상호의존성이 존재한다. 배추를 절이고, 양념속을 준비하고, 김치속을 넣는 각각의 단계는 일정 양만큼 작업량을 공동으로 만들어 내는 집합적 상호의존성이 존재한다. 또한 양념속을 준비하는 것과 배추에 양념속을 넣어 버무리는 것에는 짧은 순차적 상호의존성이 존재한다. 이러한 의존성은 Thompson(1967) 이 주장한 과업활동 관점의 상호의존성이다.

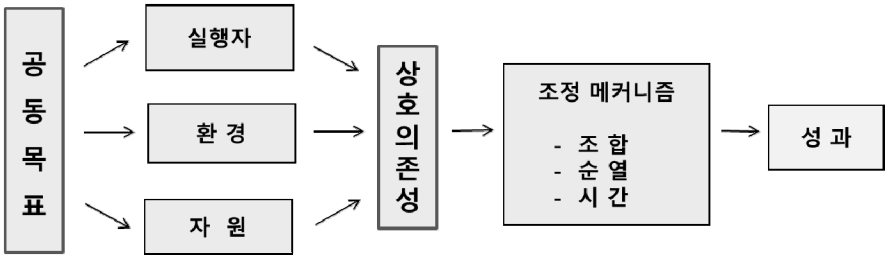
하지만 맛있는 김장 김치를 담가 식탁에 올려 즐기기 까지는 다른 상호의존성이 존재한다. 즉 실행자의 측면에서 상호의존성은 하부 속성으로 일의 숙련도, 김치 맛에 대한 선호도가 있고, 환경에 해당하는 상호의존성은 지역이 어디인가에 따라 저장방법, 양념의 간, 사용할 젓갈의 종류, 김치 양념속의 양념류에 대한 종류가 있다. 자원에 해당하는 상호의존성은 과학기술이 적용된 저장용기의 유무, 김치 재료의 품질과 배추에 속으로 넣을 양념 재료의 종류의 다양성이 있다. 이처럼 과업활동의 상호의존성과 실행자, 자원, 환경 측면의 상호의존성이 명확히 파악되고 나면 상호의존성의 특성에 맞추어 메커니즘의 생성원리인 조합, 순열, 시간을 적절하게 적용하여 해당 가정만의 고유한 김치 담기 조정 메커니즘을 만들어 세상에 하난 뿐인 맛을 낼 수 있다.

김치를 담그는 예로 설명한 조정 메커니즘을 고안하는 과정은 조직에서 조정의 보편성에 따라 모든 과업활동에 적용할 수 있으며, 그 구체적인 조정 메커니즘의 내용은 각자 고유할 것이다. 즉 기업과 같은 상시 조직, 태스크 포스 같은 임시 과업 조직, 배구, 축구, 농구 같은 운동경기 마다 다르고 연주회, 드라마, 연극에 따라서 다르므로 조정 메커니즘은 공동목표에 달성에 합당하게 개발되어 적용되어야 최적의 성과를 낼 수 있다.

마. 조정 체계의 프레임워크 제시

앞에서 수행한 공동목표, 실행자, 자원, 환경, 상호의존성이라는 조정 체계를 구성하고 있는 각 요소들에 대한 다학제적 문헌연구 결과를 조동성(2014)의 메커니즘 기반 관점에서 제안한 SER-M 프레임워크와 결합하여 조정 체계의 프레임워크를 제시하였다. 이를 그림으로

나타내면 그림 2와 같다. 이 그림으로부터 조정에 대한 다학제적 문헌 연구에서 발견한 상호의존성의 특성에 따라 블랙 박스로 남아있던 조직의 가치창출 활동 과정에서 메커니즘의 생성원리인 조합, 순열, 시간의 결합으로 조정 메커니즘이 만들어지기까지의 전체 과정에서 체계적인 논리의 흐름을 명확하게 이해할 수 있다. 즉 조정의 연구자와 현업의 실행자는 조정 체계에 대한 프레임워크로부터 추상적이고 눈에 보이지 않던 조정이 만들어지는 과정과 구성 요소들 간의 관계를 가시적으로 명확히 이해할 수 있게 된다. 그러므로 조정을 새롭게 연구하는 연구자는 연구의 초기 단계에서 조정의 핵심 지식 부족으로 겪을 수 있는 혼란을 피할 수 있다. 또한 현업의 실행자는 해당 조직의 가치창출 활동에 보다 적합한 조정을 쉽게 고안하고 실행하여 조직의 남다른 성과와 경쟁우위를 만들어 낼 수 있다.



[그림 2] 조정 체계의 Framework

Handfield 와 Melnyk(1998), Stock(1997) 및 Swanson et al.(2017)은 타 학문분과에서 생성된 지식을 받아들여 연구자가 해당 연구분야에 적용하여 새로운 연구를 하는 것을 특정 분과의 지식 축적에 공헌하는 것이라 하였다. 한편 Mentzer 와 Kahn(1995)은 이론연구와 실증연구의 상호 보완적 관계를 기초로 이 둘을 순차적으로 실행할 것을 제안하였다. 이처럼 바람직한 과학적 연구의 수행 절차인 순차적이고 순환적인 반복구조(Handfield and melnyk, 1998)의 측면에서 볼 때 본 연구는 폭 넓고 심도 있는 다학제적 문헌연구를 통하여 조정에 대한 통합적 관점의 핵심지식과 프레임워크를 제시하여 모델 빌딩을 제안한 연구다.

Ⅳ. 결론

조정은 조직 또는 공동체와 같은 조직화된 사회 시스템에서 보편성을 갖는다. 또한 조직의 시너지 창출과 효율성을 결정하는 핵심역할을 하는 조정은 앞에서 살펴본 것처럼 고정된 것이 아니라 늘 변화하고 있다. 그 이유는 조직의 가치창출 활동 과정에서 조정 체계 내에서 상호작용을 하는 실행자, 자원, 환경의 범주에 속하는 다양한 하위요소들이 상황에 따라 끊임없이 변하고 있으며 이는 이들 요소 간의 관계의 특성을 나타내는 상호의존성의 성격을 변화시키기 때문이다. 그 결과 상호의존성의 특성에 상응하여 적합하게 만들어진 기존의 조정 메커니즘의 적합성이 떨어져 조직에서 성과창출의 효율성이 저하되므로 새로운 조정 메커니즘이 필요하다.

이때 반드시 고려해야 할 것은 조정 체계의 새로운 상호의존성의 특성에 맞게 메커니즘의 생성원리인 조합, 순열, 시간도 필연적으로 새롭게 적용되어 해당 조직에 적합한 조정 메커니즘을 만들어야 한다는 것이다. 이는 조직의 공동 과업을 효율적으로 달성하기 위하여 상황에 적합하게 대응하려는 조정 메커니즘의 속성 때문이다. 상황에 따라 조정 메커니즘의 적절한 변화가 없으면 조정활동은 효율성이 떨어져 해당 조직 전체의 경쟁력이 저하되어 도태되고 만다. 따라서 현업에서는 경영활동 중 조정의 변화를 초래하는 요소들에 깊은 관심을 갖고 변화를 감지해야 한다. 하지만 조정은 추상적인 개념으로 조직의 다양한 요소에 따라 결정되고 영향을 받으며, 하나의 공동과업을 수행하는 데에도 여러가지 조정이 함께 작동하고 있어 해당조직에 적합한 최적의 조정 메커니즘을 고안하고 적용하기는 쉬운 일이 아니다. 그리고 조직에는 현행의 활동을 유지하려는 강한 관성(Inertia)이 작용하여 변화된 상황에 맞는 조정 메커니즘을 고안하여 적시에 대응하는 능동적인 조정활동은 현실적으로 더욱 어렵다.

한편, 조직에서 보편성을 갖고 가치창출 활동에서 핵심적인 역할을 하는 조정이지만 여러 학문분과의 연구나 현업에서 두루 적용할 수 있는 조정에 대한 공통적인 핵심지식을 제시하거나 조정의 구성 요소들에 대한 명확하고 가시적으로 적용논리의 흐름을 보여주는 조정 체계에 대한 통합적 관점의 연구는 다소 부진하였다. 오히려 100년이 넘는 오랜 기간 동안 여러 학문분과에서 많은 학자들에 의하여 다양한 관점에서 조정에 대한 독립적인 연구가 이루어진 결과 특정 주제에서 연구의 깊이가 깊어진 면도 있으나 이에 대한 반작용으로 핵

심 내용을 잘 못 이해하고 고립되고 파편화되는 현상이 심화되는 부정적인 현상도 대두되었다. 보편성을 갖는 조정의 속성에도 불구하고 근시안적으로 나무만 보고 숲을 보지 못하는 문제점을 인식한 몇몇 학자들에 의하여 통합적 관점에서 조정론 차원의 조정에 대한 연구를 제안하고 연구를 수행하였다. 본 연구는 이러한 취지에 공감하고 부분적 연구에 치우쳐져 있는 다양한 분과에서의 조정에 대한 선행연구들에 대하여 철저한 문헌 연구를 통해 재해석하고 종합하여 재구성함으로써 공통적으로 적용이 가능한 조정의 핵심지식과 조정체계를 명시적으로 제시하였다. 또한 조정에서의 상호의존성과 메커니즘을 고안하는 원리인 조합, 순열, 시간을 결합(조동성, 2014)하여 그간 블랙 박스로 남아있던 조정 메커니즘이 만들어지는 논리를 명확하게 제안한 모델 빌딩 연구로서 기존의 조정에 대한 연구들과 차별성을 갖는다.

조정에 대한 연구가 학문의 발전과 현실에서의 유용성을 갖기 위해서는 문헌 및 활용 사례 연구에서 밝혀진 논리적 근거를 토대로 통합적인 측면의 이론모형 개발과 같은 연역적 연구와 이에 대한 타당성을 검증하는 환원주의적 측면의 실증 연구와 같은 귀납적 연구가 순환적으로 반복되는 것이 이상적이다. 이러한 관점에서 본 연구는 다양한 학문분과에서 이루어진 조정의 선행연구들에 대한 철저한 문헌연구를 토대로 다양한 학문분과에서의 조정에 대한 연구와 현업에서 쉽고 올바르게 활용할 수 있도록 공통적으로 적용이 가능한 조정에 대한 핵심지식을 제시하였고, 조정 관련 변수들의 논리적 관계를 밝힌 조정 체계의 프레임워크를 명시적으로 제시하였다는 점에서 학문적 연구와 실용적 측면의 가치를 갖는다고 할 수 있다.

V. 시사점 및 연구의 한계

조정은 조직이 공동목표를 달성하기 위한 가치창출 활동을 지속하는 한 그 속에 함께 동행하는 생명체와 같은 존재다. 비록 눈에 보이지 않는 추상적 개념이지만 우리는 조정이 잘 이루어지는가의 여부를 코로나-19의 팬데믹 상황에서의 마스크 부족 사태, 아시아나 항공의 기내식 문제(배재성, 2018)와 같은 현실 세계에서 쉽게 보게 된다. 이처럼 조정은 우리의 삶과 밀접하게 연결되어 있다.

본 연구는 조정에 대한 통합적 관점의 연구를 하여 조정에 대한 핵심지식을 제시하고 조정을 구성하는 중요 요소들을 공동목표, 실행자, 환경, 자원, 상호의존성 및 조정 메커니즘으로 분류하여 조정 체계를 그림 2처럼 쉽게 파악할 수 있도록 제시하였다. 그간의 조정에 대한 선행연구가 귀납적으로 연구되었던 것을 통합적 관점에서 다학제적 연구를 하여 조정의 핵심개념을 명확하게 제시함으로써 추상적이고 복잡하기만 했던 조직에서의 조정이 이루어지고 조정에 영향을 주는 여러가지 요소들을 한 눈에 볼 수 있게 하였다. 하지만 본 연구에는 조정에 대한 개념적 내용을 제시한 연역적 연구로서 제시한 내용의 타당성을 검증하는 실증연구가 추가로 이루어져 하는 연구 숙제가 남아있다. 또한 조정 메커니즘을 상호의존성의 특성과 메커니즘을 만들어내는 원리인 조합, 순열, 시간의 하부 요소와 연계하여 조정 메커니즘을 유형화하는 연구가 필요하다. 아울러 현업에서 조직의 공동목표를 달성하기 위한 상호 의존성의 특성을 찾아내는 사례연구와 같은 환원주의적 실증연구가 필요하다.

참고문헌

임창희, 2014. 조직론. 학현사.

배재성, 2018.「대한항공 “아시아나 기내식 대란 수습 돕겠다”」.『중앙일보』. (7월 5일) http://www.joongang.co.kr/article/22774623(검색일 :2018년 7월 6일)

조동성, 2014. *메커니즘기반관점*. 서울경제경영.

Adler, P. S. 1995. Interdepartmental Interdependence and Coordination: The Case of the Design/ Manufacturing Interface. *Organization Science*, Vol. 6, No. 2: 147-167.

Adler, P. S. 2001. Market, Hierarchy, and Trust: The Knowledge Economy and the Future of Capitalism. *Organization Science* Vol. 12, No. 2: 215 -234

Aggarwal, V. A., Siggelkow, N., & Singh, H. 2011. Governing Collaborative Activity: Interdependence and The Impact of Coordination And Exploration. *Strategic Management Journal 32*(7): 705-730.

Aiken, M., & Hage, J. 1968. Organizational Interdependence and Intra-organizational Structure. *American Sociological Review*: 912-930.

Andres, H. P. & Zmud, R. W. 2002. A Contingency Approach to Software Project Coordination. *Journal of Management Information Systems* 18(3): 41-70

Argote, L. 1982. Input Uncertainty and Organizational Coordination In Hospital Emergency

Unit. *Administrative science quarterly*:420-434.

Argyres, N. S. 1999. The Impact of Information Technology on Coordination: Evidence from the B-2 Stealth Bomber. *Organization Science* Vol. 10, No. 2: 162-180.

Balliet, D., Tybur, J. M. and Van Lange, P. A. 2016. Functional Interdependence Theory: An Evolutionary Account of Social Situations. *Personality and Social Psychology Review*: 1–28

Barnard, C. I. 1938. *The Function of the Executive, Cambridge*, MA: Harvard University Press.

Barney, J. 1991. Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of management 17*(1): 99-120.

Bendoly, E., Bharadwaj, A. and Bharadwaj, S. 2012. Complementary Drivers of New Product Development Performance: Cross-Functional Coordination, Information System Capability, and Intelligence Quality. *Production and Operations Management* 21(4): 653–667

Bertrand, M. and Schoar, A. 2003, Managing with style: The effect of managers on firm policies. *Quarterly Journal of Economics* 118(4): 1169-1208.

Birnbaum, P. H. 1981. Integration and Specialization in Academic Research. *Academy of Management Journal* Vol. 24, No. 3, 487-503.

Bolton P., Brunnermeier M. K. And Veldkamp, L. 2013. Leadership, Coordination, and Corporate Culture. *Review of Economic Studies* 80: 512–537.

Burns, T. and Stalker, G. M. 1961. *The Management of Innovation*. London: Tavistock.

Calvert, R. L. 1992. Leadership and Its Basis in Problems of Social Coordination. *International Political Science Review* Vol. 13, No. 1: 7-24.

Castañer, X., & Oliveira, N. 2020. Collaboration, coordination, and cooperation among organizations: establishing the distinctive meanings of these terms through a systematic literature review. *Journal of Management*, 46(6): 965-1001.

Chai, S., & Kim, M. 2010. What makes bloggers share knowledge? An investigation on the role of trust. *International journal of information management* 30(5): 408-415

Chandler, A.D. 1962. *Strategy and Structure*. MIT Press.

Chandler, A. D., & Daems, H. 1979. Administrative coordination, allocation and monitoring: A comparative analysis of the emergence of accounting and organization in the USA and Europe. *Accounting, Organizations and Society*, 4(1-2): 3-20.

Chen, Y. C., Li, P. C., & Lin, Y. H. 2013. How inter-and intra-organisational coordination

affect product development performance: the role of slack resources. *Journal of business & industrial marketing*. 28(2): 125-136.

Cheng, J. L. 1984. Organizational coordination, uncertainty, and performance: An integrative study. *Human Relations*, 37(10): 829-851.

Cho, D.S. 2002. The Environment Creating Mechanism of a Firm: Sony and Samsung. in M. Lynskey and S. Yonekura (eds.), *Entrepreneurship and Organization: The Role of Entrepreneur in Organizational Innovation*. London: Oxford University Press.

Cho, D.S. & Lee, D.H. 1998. A New Paradigm in Strategy Theory: 'ser-M'. Monash Mt. Eliza Business Review. 1(2).

Chu, Z., Wang, Q., Lai, F., & Collins, B. 2017. Managing interdependence: Using Guanxi to cope with supply chain dependency. *Journal of Business Research*.

Cooper, R. G. & Kleinschmidt, E. J. 1995. Benchmarking the firm's critical success factors in new product development. *Journal of Product Innovation Management* 12(5): 374–391.

Daft, R. L. 2015. *Organization theory and design 10 th*. South-Western Cengage Learning.

Deutsch, M. 1949. An Experimental Study of the Effects of Co-Operation and Competition upon Group Process. *Human Relations* 2(3): 199–231.

Deutsch, M. 2006. Cooperation and competition. In M. Deutsch, P. T. Coleman, & E. C. Marcus(Eds.), *The Handbook of Conflict Resolution: Theory and practice* (pp: 23–42). San Francisco: Jossey-Bass.

Edström, A. and Galbraith, J. R. 1977. Transfer of Managers as a Coordination and Control Strategy in Multinational Organizations. *Admin. Sci. Quarterly* 22: 248-263.

Enright, M. J. 2007. *Organization and Coordination in Geographically Concentrated Industries*(pp: 103-146). University of Chicago Press.

Espinosa, J. A., Slaughter, S. A., Kraut, R. E., & Herbsleb, J. D. 2007. Team knowledge and coordination in geographically distributed software development. *Journal of management information systems* 24(1): 135-169.

Faraj, S., & Xiao, Y. 2006. Coordination in fast-response organizations. *Management Science* 52: 1155–1169.

Fayol, H. 1949. *General and Industrial Management*, Sir Isaac Pitman & Sons.

Fink, L. 2007. Coordination, Learning, and Innovation: the organizational roles of e-collaboration and their Impacts. *International Journal of e-Collaboration* vol.3(3): 53-70.

Follett, M.P. 1942. in Metcalf, H.C. and Urwick, L. (Eds), *Dynamic Administration: The*

Collected Papers of Mary Parker Follett. Harper & Brothers Publishers, London.

Ford, H. 2017. *My life and Works*, Samaira Book Publishers.

Fugate, B., Sahin, F., & Mentzer, J. T. 2006. Supply chain management coordination mechanisms. *Journal of business logistics* 27(2): 129-161.

Fujimoto, T. 2012. The Evolution of Production Systems: Exploring the Sources of Toyota's Competitiveness. *Annals of Business Administrative Science* 11: 25-44.

Galbraith, J. R. 1974. Organization Design: An Information Processing View. *Interfaces,* 4(3) :28-36.

Galbraith, J. R. 1977. *Organizational Design*. Reading, MA, Addison-Wesley.

Gesbert, V., Durny, A. & Hauw, D. 2017. How Do Soccer Players Adjust Their Activity in Team Coordination? An Enactive Phenomenological Analysis. *Frontier In Psychology* 8(854): 1-12.

Ghoshal, S., & Nohria, N. 1989. Internal differentiation within multinational corporations. *Strategic management journal* 10(4): 323-337.

Gittell, J. H. 2000. Organizing work to support relational co-ordination. *International Journal of Human Resource Management 11*(3), 517-539.

Grant, R. M. 1991. The resource-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation. *California Management Review* 33(3): 114-135.

Grant, R. M. 1996 a. Prospering in dynamically-competitive environments: Organizational capability as knowledge integration. *Organization Science*, 7: 375-387.

Grant, R. M. 1996 b. Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic Management Journal* 17: 109-122.

Gulati, R. & Singh, H. 1998. The architecture of cooperation: Managing coordination costs and appropriation concerns in strategic alliances. *Administrative science quarterly*: 781-814.

Gulick, L &Urwick, L.(Eds). 1937. *papers on the science of administration*. New York: Institute of Public Administration.

Gupta, A. K., & Govindarajan, V. 1991. Knowledge flows and the structure of control within multinational corporations. *Academy of management review* 16(4): 768-792.

Hage, J., Aiken, M. & Marrett, C. B. 1971. Organization structure and communications. *American Sociological Review*, 860-871.

Hambrick, D. C., and Mason P. A. 1984, Upper Echelons: The Organization as a Reflection

of Its Top Managers. *Academy of Management Review* 9(2): 193-206.

Handfield, R. B., & Melnyk, S. A. 1998. The scientific theory-building process: a primer using the case of TQM. *Journal of operations management* 16(4): 321-339.

Harzing, A. W. 2001. An analysis of the functions of international transfer of managers in MNCs. *Employee Relations*. 23(6): 581-598.

Heath, C., & Staudenmayer, N. 2000. Coordination neglect: How lay theories of organizing complicate coordination in organizations. *Research in organizational behavior* 22: 153-191.

Holt, A. W. 1988. Diplans: A New Language for the Study and Implementation of Coordination. *ACM Transactions on Office Information Systems* Vol.6, No. 2: 109-125.

Hooyman, N. R. 1976. A case study in interorganizational coordination. *Journal of Social Welfare*, 3(2): 27-34.)

Hong, Y., Pearson, J. N., & Carr, A. S. 2009. A typology of coordination strategy in multi-organizational product development. *International Journal of Operations & Production Management* 29(10): 1000-1024

Janz, T., & Tjosvold, D. 1985. Costing effective versus ineffective work relationships: A method and a first look. *Canadian Journal of Administrative Science* 2(1): 43-51.

Jarzabkowski, P. A., Lê, J. K., & Feldman, M. S. 2012. Toward a theory of coordinating: Creating coordinating mechanisms in practice. *Organization Science* 23(4): 907-927.

Johansson, C. & Bäck, E. 2017. Strategic Leadership Communication for Crisis Network Coordination. *International Journal of Strategic Communication*: 1-20.

Jones, G.R. 2013. *Organizational Theory, Design, and Change 7th*. Pearson

Katz, D., & Kahn, R. L. 1978. *The social psychology of organizations 2nd*. New York: Wiley.

Katzy, B., Turgut, E., Holzmann, T., & Sailer, K. 2013. Innovation intermediaries: a process view on open innovation coordination. *Technology Analysis & Strategic Management*. 25(3): 295-309.

Konijnendijk, P. A. 1994. Coordinating marketing and manufacturing in ETO companies. *International journal of production economics* 37(1): 19-26.

Koontz, H., & O'Donnell, C. 1976. *Management: A systems and contingency analysis of managerial functions.* New York: McGraw-Hill.

Kotter, J. 1979. Managing external dependence. *Academy of Management Review* 4: 87-92.

Kraut, R. E., & Streeter, L. A. 1995. Coordination in software development. *Communications*

of the ACM 38(3): 69-82.

Lambert, D. M., Cooper, M. C., & Pagh, J. D. 1998. Supply chain management: implementation issues and research opportunities. *The international journal of logistics management* 9(2): 1-20.

Langlois, R. N. 2002. Modularity in technology and organization. *Journal of economic behavior & organization* 49(1): 19-37.

Lawrence, P. R., & Lorsch, J. W. 1967. Differentiation and integration in complex organizations. *Administrative science quarterly*: 1-47.

Lee, G., Espinosa, J. A., & DeLone, W. H. 2013. Task environment complexity, global team dispersion, process capabilities, and coordination in software development. *IEEE Transactions on Software Engineering* 39(12): 1753-1771.

Lehoux, N., D'Amours, S., & Langevin, A. 2014. Inter-firm collaborations and supply chain coordination: review of key elements and case study. *Production Planning & Control* 25(10): 858-872.

Malone, T. W. 1988. *What is Coordination Theory? Paper Presented at the National Science Foundation Coordination Theory Workshop*. Sloan School of Management. SSM WP #2051-88

Malone, T. W., & Crowston, K. 1994. The interdisciplinary study of coordination. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 26(1): 87-119.

Malone, T. W., Yates, J., & Benjamin, R. I. (1987). Electronic markets and electronic hierarchies. *Communications of the ACM* 30(6): 484-497.

Manolopoulos, D., Söderquist, K. E., & Pearce, R. 2011. Coordinating decentralized research and development laboratories: A survey analysis. *Journal of International Management*,17(2): 114-129.

March, J. G., & Simon, H. A. 1958. *Organizations*. New York: John Wiley

Martinez, J. I., & Jarillo, J. C. 1989. The evolution of research on coordination mechanisms in multinational corporations. *Journal of international business studies* 20(3): 489-514.

McCann, J. E., & Ferry, D. L. 1979. An approach for assessing and managing inter-unit interdependence. *Academy of Management Review* 4: 113-119.

Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. 2001. Defining supply chain management. *Journal of Business logistics* 22(2): 1-25.

Mentzer, J. T., & Kahn, K. B. 1995. A framework of logistics research. *Journal of business logistics* 16(1): 231-250

Miles, R. E., Snow, C. C., Meyer, A. D., & Coleman Jr, H. J. 1978. Organizational strategy, structure, and process. *Academy of management review*, 3(3): 546-562.

Mintzberg, H. 1983. *Structure in fives: Designing effective organizations.* Prentice-Hall, Inc.

Mohr, Lawrence B. 1971. Organizational technology and organizational structure. *Administrative science quarterly*: 444-459.

Mom, Tom J. M., van den Bosch, Frans A. J. & Volberda, Henk W. 2009, Understanding Variation in Managers' Ambidexterity: Investigating Direct and Interaction Effects of Formal Structural and Personal Coordination Mechanisms. *Organization Science* 20(4): 812–828

Mooney, J. D., & Reiley, A. C. 1939. *The Principles of Organization*, New York, Harper & Brothers

Nahapiet, J., & Ghoshal, S. 1998. Social capital, intellectual capital, and the organizational advantage. *The Academy of Management Review* 23: 242–266.

Nidumolu, Sarma R. 1995. The Effect of Coordination and Uncertainty on Software Project Performance: Residual Performance Risk as an Intervening Variable. *Information Systems Research* 6(3):191-219

Nidumolu, Sarma R. 1996. A Comparison of the Structural Contingency and Risk-Based Perspectives on Coordination in Software-Development Projects. *Journal of Management Information Systems* 13(2): 77-113

Nonaka, I. 1994. A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation. Organization Science Vol. 5. No.1: 14-37.

Nonaka, I. 2007. The knowledge-creating company. *Harvard business review* 85(7/8): 162-171

Nonaka, I., & Von Krogh, G. 2009. Perspective—Tacit knowledge and knowledge conversion: Controversy and advancement in organizational knowledge creation theory. *Organization Science* 20(3): 635-652.

Nonaka, I., Von Krogh, G., & Voelpel, S. 2006. Organizational knowledge creation theory: Evolutionary paths and future advances. *Organization Studies*, 27(8): 1179-1208.

Nova, N. A., & Gonzalez, R. A. 2016. Coordination Problems in Knowledge Transfer. *In Proceedings of the 8th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management* – Vol. 3: KMIS, page 60-69.

Okhuysen, G. A. & Bechky, B. A. 2009. 10 Coordination in Organizations: An Integrative Perspective. *Academy of Management Annals* 3(1): 463 – 502.

Olson, E. M., Walker Jr, O. C., & Ruekert, R. W. 1995. Organizing for effective new product development: The moderating role of product innovativeness. *Journal of Marketing* 59(1): 48-62.

Parolia, N., Goodman, S., Li, Y., & Jiang, J. J. 2007. Mediators between coordination and IS project performance. *Information & Management*44(7): 635-645.

Penrose, E. T. 1959. *The Theory of the Growth of the Firm.* New York: John Wiley

Pfeffer J., 1972. Merger as a Response to Organizational Interdependence. *Administrative Science Quarterly* Vol. 17, No. 3: 382-394.

Pfeffer, J., Nowak, P. 1976. Joint Ventures and Interorganizational Interdependence. Administrative Science Quarterly: 398-418.

Pfeffer, J. & Salancik, G.R. 1978. *The External Control of Organizations: A Resource Dependency Perspective.* New York, Harper and Row.

Pietraszewski, D. 2020. The evolution of leadership: Leadership and followership as a solution to the problem of creating and executing successful coordination and cooperation enterprises. *The Leadership Quarterly* 31(2) 101299: 1-14

Pinto, M. B., Pinto, J. K., & Prescott, J. E. 1993. Antecedents and Consequences of Project Team Cross-Functional Cooperation. *Management Science* Vol. 39, No. 10: 1281-1297

Porter, M. E. 1986. Changing patterns of international competition. *California management review 28*(2): 9-40.

Prahalad, C. K. and Hamel, G. 1990. The Core Competence of the Corporation. *Harvard Business Review* 6: 79–93.

Rabbiosi L. 2011. Subsidiary Roles and Reverse Knowledge Transfer: An Investigation of the Effects of Coordination Mechanisms. *Journal of International Management* 17(2): 97-113.

Ruekert, R. W., Walker Jr, O. C., & Roering, K. J. 1985. The organization of marketing activities: a contingency theory of structure and performance. *Journal of Marketing*, 49(1): 13-25.

Ruekert, R. W., & Walker Jr, O. C. 1987. Marketing's interaction with other functional units: A conceptual framework and empirical evidence. *Journal of Marketing*, 51(1): 1-19.

Sabherwal, R. 2003. The evolution of coordination in outsourced software development projects: a comparison of client and vendor perspectives. *Information and Organization*

13: 153-202

Sambamurthy, V., & Subramani, M. 2005. Special Issue on Information Technologies and Knowledge Management. *MIS Quarterly* Vol. 29(1): 1-7.

Scott, W. R. 1992. *Organizations: Rational. Natural, and Open Systems,3th*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall

Selznick, P. 1957. *Leadership in Administration: A Sociological Interpretation*. New York: Harper & Row.

Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. and Simchi-Levi, E. 1999. *Designing and Managing the Supply Chain*. McGraw-Hill, London.

Shapiro, B. P. 1977. Can marketing and manufacturing coexist? *Harvard Business Review* 55(5): 104-114.

Stock, J. R. 1997. Applying theories from other disciplines to logistics. *International journal of physical distribution & logistics management* :515-539.

Streeter, D. H., Sonka, S. T., & Hudson, M. A. 1991. Information technology, coordination, and competitiveness in the food and agribusiness sector. *American Journal of Agricultural Economics* 73(5): 1465-1471.

Swanson, D., Goel, L., Francisco, K., & Stock, J. 2017. Applying theories from other disciplines to logistics and supply chain management: a systematic literature review. *Transportation Journal* 56(3): 299-356.

Taylor, F.W. 1911. *The Principles of Scientific Management*. New York: The Norton Library.

Taylor, F. W. 2004. *Scientific management*. Routledge.

Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. 1997. Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic management journal* 18(7): 509-533.

Thompson, J. 1967. *Organizations in Action: Social Science Bases of Administrative Theory*. New York: McGraw-Hill

Tjosvold, D. 1986. The dynamics of interdependence in organizations. *Human Relations* 39(6): 517-540.

Tsai, W. 2002. Social structure of “competition ” within a multiunit organization : coordination, competition, and interorganizational knowledge sharing. *Organization Science* 13(2) :179-90

Tushman M. L. & Nadler, D. A. 1978. Information Processing as an Integrating Concept in Organizational Design. The Academy of Management Review Vol. 3, No. 3: 613-624.

Uhl-Bien, M., Marion, R., & McKelvey, B. 2007. Complexity Leadership Theory: Shifting leadership from the industrial age to the knowledge era. The Leadership Quarterly 18(4): 298-318

Van de Ven, A. H., Delbecq, A. L. & Koenig, Jr. R. 1976. Determinants of coordination modes within organizations. *American Sociological Review* 41: 322-338.

van Fenema, P. C., Pentland, B., & Kumar, K. 2004. Paradigm shifts in coordination theory. In *Academy of Management Annual Meeting, New Orleans*.

Victor, B., & Blackburn, R. S. 1987. Interdependence: An alternative conceptualization. *Academy of Management Review 12*(3): 486-498.

Coordination mechanism with interdependency as the mediating variable in coordination: literature research and model building

Jaeseung YOU
jasonyou@naver.com
Ph.D. Candidate, aSSIST

Dongsung CHO
dscho@gmail.com Emeritus Professor, Seoul National University

Coordination has universality within the organization and is a key factor of the organization's value creation activities. This paper is a multidisciplinary literature study targeting studies on the coordination of value creation activities published in domestic and foreign academic journals and books by searching for organization, common goal, coordination, coordination mechanism, and interdependence(y).

Based on the integrated perspective of coordination theory, the results of multi-disciplinary literature reviews were synthesized and reconstructed to present core knowledge of coordination that can be universally applicable to the organization and to represent the coordination system as a visible framework. By showing the vague coordination structure in a visual way, researchers and practitioners in the field could clearly understand coordination as a key management knowledge for organizational value creation, and apply and implement it appropriately in academic research and value creation activities in organizations.

Key Words: Common Goal, Coordination, Interdependence(y), Coordination mechanism, SER-M Model

Ⅱ

중소제조기업의 스마트팩토리 실행 성공요인에 대한 AHP 분석 연구
- ser-M 기반으로 -

김태종 · 신호상

중소제조기업의 스마트팩토리 실행 성공요인에 대한 AHP 분석 연구 - ser-M 기반으로 -

김태종* · 신호상**

최근 제조업은 노동 집약산업에서 기술 · 정보 집약산업으로의 변화가 가속 되며서 스마트팩토리에 대한 관심과 기대는 높아지고 있지만 정작 인식이 부족하고 구축과정이 체계적이지 못하여 발생하는 시행착오로 기대했던 성과가 미흡한 실정이다. 스마트팩토리의 구축이 실제로 생산성 향상으로 이어지기 위해서 스마트팩토리 구축 기업 숫자를 늘리는 정책지원과 환경조성도 중요하나, 스마트팩토리가 안정적으로 실행되고 고도화될 수 있는 핵심요인에 대해서 연구가 필요하다.

본 연구는 중소제조기업 스마트팩토리 실행 성공의 핵심요인들을 실증연구하고자 한다. 기존 사례 연구를 연구에서 도출된 정보시스템, 플랫폼 기술 경쟁력, 업무 표준화 및 조직역량 개발, 근로조건, 최고경영자 리더십을 계층적 분류 모델로 구조화한 뒤, 스마트팩토리 업무관련 전문가의 설문조사를 통해 상대적 중요도와 우선순위를 평가하는 AHP 분석을 수행하였다. 이어서 AHP분석 결과에 대해 ser-M Framework을 활용하여 기업별로 추진하는 사례에 대해 주체(S), 환경(E), 자원(R)의 관계가 어떻게 되는지 살펴보았다.

AHP 분석용 데이터 집계는 공공부문은 공기업과 학계, 민간부문은 대기업과 중소기업 대상으로 선정하였다. 분석 결과 핵심 요인에서 최고경영자 리더십이 가장 중요한 요인으로 평가되었고, 근로조건을 가장낮은 요인으로 평가되었다. 선정된 사례기업의 성공 요인을 ser-M 관점에서 정리하면 도전적이고 창조적인 주체가 기업의 생존 전략과 급변하는 디지털

논문 접수일 : 2022년 3월 8일 게재확정일 : 2022년 5월 18일
* 심사 과정에서 유익한 조언을 해주신 익명의 두 심사자님께 진심으로 감사드립니다.

* 주저자: 서울과학종합대학원대학교 경영학 박사과정 (lgtjkim@hanmail.net)
** 교신저자: 서울과학종합대학원대학교 경영학부 교수 (hsshin@assist.ac.kr)

시장 환경에 대응하며 우수한 기술인력과 자원을 전략적으로 활용하는 혁신형 메커니즘으로 볼 수 있다.

본 연구를 통해 스마트팩토리의 실행 성공요인들에 대한 가중치 결과에 있어 공공부문과 민간부문의 우선순위가 전반적으로 수렴하고 있는 것을 확인할 수 있다. 그러나 중소기업에서 투자 비용 및 전문지식이 부족함으로 고도의 전문기술이 요구되는 정보시스템 운용하는데 취약점이 확인되었으며, 디지털 환경으로 변화되고 있지만 근로 조건에는 영향이 없는 것으로 확인되었다. 점도 이는 스마트팩토리를 도입에 있어 기본적인 인프라를 구축하는 문제로 장기적인 운영에 있어서 제한이 있을 수 있다.. 따라서 중소기업의 스마트팩토리 투자 지원금 및 전문기술을 확보하는데 보다 적극적인 제도가 필요하다고 본다.

한글 색인어 : 4차 산업혁명, 스마트팩토리, 중소제조기업, AHP 기법, ser-M.

Ⅰ. 서론

코로나19 사태의 장기화에 따른 보건 재난으로 인해 전 세계 경제는 역성장이 가속화되고 있다. 이러한 경제적 재난은 지리적 · 문화적 영역을 구분하지 않고 확산하고 있다. 언택트시대가 도래함에 따라 서비스업 중심 국가들은 심각한 실업문제에 직면하고 있으나 한국을 비롯하여 독일과 일본 등 제조업 강국들은 제조업에서만큼은 상대적으로 안정적인 고용을 유지하고 있으며, 경제위기에 효과적으로 대응하면서 점진적인 성장을 하고 있어 주목을 받고 있다. 이로 인해 제조업은 경제적 펀더멘털(Fundamental)을 강화하는 동시에 일자리를 창출할 수 있음이 재부각되면서 임금이 낮은 신흥국에 생산시설을 구축해왔던 선진국들이 다시 자국으로 시설을 회귀시키는 리쇼어링(Reshoring)에 대한 동기가 커지고 있다(Brennan et al., 2015). 코로나19 사태로 글로벌 공급망이 무너지는 우려가 큼에 따라 이 현상은 더욱 높아지고 있다(강내영 · 강성은 · 도원빈, 2021).

4차 산업혁명으로 대두되는 최근의 기술혁신은 제조업의 Global Value Chain(GVC) 재편이 단순한 논의에 머무르지 않고 본격적으로 추진될 수 있는 환경을 제공해주고 있다. IIoT[1] · 5G를 기반으로 구축된 제조시설은 AI 분석으로 의사결정이 이루어지고 디지털 트윈, 나아가 메타버스 환경을 통해 관리가 이루어진다. 이를 통해 최근 제조업은 노동 집약산업에서 기술 · 정보 집약산업으로 변화의 속도가 빨라지고 있다. 주변 환경변화와 더불어 고품질의 개인 맞춤형 제품의 수요가 증가 점차 활성화 되고 있으며 복잡하고 다양한 제품이 증가하면서 생산 리드타임 및 제품 수명주기 단축을 통해 기존 대량생산에서 개인 맞춤형 생산 방식의 형태로 변화하고 있는 과정에 제조업과 ICT 간의 융합이 있다.

주요 선진국들은 스마트제조 방식 체계로의 전환을 적극적으로 추진하고 있으며 고부가가치 기반의 경쟁력 있는 제조혁신으로 이어지는 스마트팩토리 추진에 관심이 증가하고 있다(박양신 · 지민웅 2020). 제조업이 강한 독일, 미국, 일본 등 선진국들은 제조업과 정보 기술의 융합을 통하여 4차 산업혁명에 주도적으로 대응하며 침체된 경제 활성화 및 제조산업 경쟁력 강화를 위해 국가적인 차원에서 스마트팩토리를 중심으로 제조업 강화 전략을 수립

1 Industrial Internet of Things, 산업 사물인터넷은 제조 및 에너지 관리를 포함한 컴퓨터의 산업 부문과 함께 네트워크로 상호 연결되어 있는 센서, 장비 등의 장치를 일컫는다(출처: 위키백과).

하여 활발하게 추진하고 있다(이정련・이창원, 2021). 스마트팩토리는 기존의 제조업 경쟁력을 향상시키고 변화하는 시장 환경에 적극적으로 대응하기 위해 기존 제조산업에 ICT를 결합한 제조방식으로 이를 통해 제품 기획, 개발, 생산, 물류, 판매 등 전 과정을 ICT기술로 통합함으로써 최소의 비용과 시간으로 고객 수요 맞춤형 제조 등 새로운 환경에 능동적으로 대응하는 차세대 공장 구축이 가능한 미래형 공장이다(Oh.W.G., 2018).

한국은 제조업 및 수출 중심의 전략 국가로 제조업의 GDP 비중은 30.4%(2017년)이며 중국(29.5%), 독일(23.3%), 일본(20.3%), 미국(11.2%) 등의 주요 국가 중 가장 높다(대한민국 정책브리핑, 2020). 지속적인 글로벌경기침체영향, 일본 경쟁력 강화, 중국경제의 약진, 내수 경기침체 등의 위기로 제조업의 부흥이 필요한 시점이다. 제조 경쟁력 강화 및 고강도 혁신을 위해 한국 정부는 2014년부터 중소제조기업 스마트팩토리 보급 및 확산을 정부 8대 혁신성장 사업으로 선정(2017년)하여 스마트팩토리 확산 및 고도화 전략(2018년)을 수립하여 추진한 결과, 2020년 말 기준 스마트팩토리 1만 2,660개를 구축하였으며 2022년까지 중소제조기업 스마트팩토리 3만 개 구축을 목표로 하고 있다(중소벤처기업부, 2018: 성현희, 2020: 이덕주, 2020: 김봉기, 2020). 이것은 정부의 제조기업 제조역량을 강화하는 정책이 스마트팩토리의 보급 및 활성화하는데 정책의 초점으로 맞춰져 있는 것을 의미한다(박종식・강경식, 2017).

스마트팩토리는 스마트 설비와 시스템으로 이루어지는 것이 아니라 데이터가 기반이자 핵심이다(김성민・안재경, 2019). 이러한 관점에서 볼 때 한국이 세계 제조업을 주도하는 경쟁력을 갖추기 위해서는 현재의 스마트팩토리 지원정책은 단순히 보급이 아니라 경영자와 실무진을 아우르는 제조업 이해관계자들이 산업을 이해하고 바라보는 인식 차원에서 전환을 이끌어낼 수 있는 방향으로 전환되어야 할 것이다. 하지만 스마트팩토리에 대한 관심 및 기대는 점차 커지지만, 정작 인식이 부족하고 구축과정이 체계적이지 못하여 발생하는 시행착오로 기대했던 성과가 미흡한 실정이다(진성욱・서영욱, 2019). 이러한 제조기업의 관심과 중요성에도 불구하고 스마트팩토리를 어떻게 도입하여 성공적으로 운영할지 그리고 기존 공장에서 스마트팩토리로 전환하는데 필요한 고려사항이 무엇인지에 관한 연구가 미흡한 실정으로 실질적인 도움이 되는 관련 연구의 체계적인 분석이 요구되고 있다(Won, J. Y. and M. J. Park, 2020). 스마트팩토리의 구축이 실제로 생산성 향상으로 이어지기 위해서는 스마트팩토리를 구축한 기업의 숫자를 늘리는 정책지원과 의 환경조성도 중요하나, 스마트팩토리

가 구축되어 안정적으로 실행되어 고도화될 수 있는 성공 요인에 대한 연구가 더 필요하다.

이에 본 연구는 중소제조기업의 스마트팩토리 실행 성공 핵심 을요인들을 사례분석 연구를 통해 발굴하고 선정된 항목에 대한 중요도 분석을 AHP 기법으로 진행하고자 한다. 또한 ser-M Framework를 활용하여 기업별로 추진하는 사례에 대해서 분석하여 주체(S), 환경(E), 자원(R)의 관계가 어떻게 되는지 살펴보며, 최적화된 메커니즘의 형성으로 스마트팩토리가 성공적으로 실행되는 전략적 시사점을 도출하여 향후 스마트팩토리를 운영하는 중소제조기업들에게 전략적인 측면에서 시사점을 제공하고 방향성을 제시하고자 한다.

Ⅱ. 이론적 고찰

2.1 스마트팩토리 개요

스마트팩토리는 기존 공장에 없었던 새로운 개념이 아니라, 과거로부터 운영되고 있는 공장자동화(Factory Automation)의 연장선상의 개념으로 볼 수 있다(J. Park, 2017). 즉, 생산설비를 무인화하여 자동화되는 것이 기존의 공장자동화와 뿌리를 같이 하고 있다. 그러나 궁극적으로 스마트팩토리는 기계(Machine), 사람(People), 프로세스(Process)가 어우러져 생산설비와 생산제품 간 상호 소통하는 체계를 구축해서 전 공정을 최적화 및 효율화하여 생산 공정의 유연성과 성능을 새롭게 업그레이드한 공장을 의미한다(박종필. 2018). 스마트팩토리에 대한 개념은 국가 및 기관에 따라 다양하게 정의되고 있지만 가장 중요한 것은 스마트팩토리에서 고객 관점은 인간이며, 스마트팩토리의 철학은 전체를 연결하고 통합하는데 있다(Park and Kang, 2017).

선진기업과 정부 중심의 협의체들은 급속도로 변화하는 외부환경에 따른 적응성과 유연성을 확보하면서 높은 수준의 지속가능성을 달성할 수 있는 미래형 공장에 대한 개념을 실제로 구현하도록 노력하고 있다(Hermann,C., 2014). 고객 맞춤형 제품 수요 및 복잡성 증대에 따른 시장 변화의 요구와 더불어 IoT처럼 첨단네트워크 기술의 발전은 제조업의 환경이 스마트팩토리를 지향하도록 변화시키고 있다(Shrouf,F. et al., 등, 2014). 유연하면서 효과적

인 방법으로 생산 대응하는 스마트팩토리는 기업이 직면한 시장의 요구를 충족시키도록 기여하고 있다(Hozdić, E., 2015). 그래서 스마트팩토리는 미래에 있어 제조 경쟁력을 증대하는 중요한 개념으로 이해되고 있으며(Diederik. et al, 2014), 인더스트리 4.0에서 핵심 요소로 각광을 받고 있다(Gabriel・Pessl, 2016).

스마트팩토리는 제품 기획, 개발, 생산, 물류, 판매 등 전 과정이 사물인터넷(IoT : Internet of Things), 사이버 물리시스템(CPS: Cyber Physical System)등의 ICT와 융합하여 자동화 및 정보화되어 가치사슬 전체가 실시간으로 연동 및 통합됨으로써 생산성 향상, 에너지 절감, 작업자중심의 작업 환경을 구현하여 최소한의 비용과 시간으로 고객의 맞춤형 제품을 생산하는 미래형 공장을 말한다(국가기술표준원, 2015). 스마트제조기술 컨퍼런스(2015)에서는 스마트팩토리의 주된 목표로 생산시스템을 지능화, 유연화, 최적화, 효율화하여 생산성 향상 및 제조 비용을 절감하는 것이다. 또한 빠르게 변하는 외부환경과 맞춤형 고객의 요구에 능동적으로 대응할 수 있는 제조기업을 만드는 것으로 말하고 있다(전소현, 2015). 스마트팩토리는 공장의 생산 설비시스템을 기반으로 하는 수직적 통합과 고객 요구 사항을 반영하여 제품개발이 되고, 공급 사슬을 기반으로 수평적 통합이 구현되는 공장을 의미한다고 의견을 내고 있다(조용주, 2016). 스마트팩토리는 초연결 네트워크를 기반으로 하는 통합된 제조시스템이라고 정의하고, IT를 통해 제조설비에 대한 정보를 실시간으로 수집하여 제조 방법을 변경하거나 원자재를 대체하는 방식을 통해 근본적으로 최적화를 이루어 동적으로 실행하는 생산시스템을 구현하는 것으로 한다(Park, S., 2016). 제조 운영은 과거의 생산 정보화와 공장자동화는 공장 운영의 효율성에 초점을 두고 있었으나, 스마트팩토리는 현재와 미래에 발생하는 상황을 동시에 고려해서 예측 대응이 가능한 진보된 생산 시스템이라고 할 수 있다(주용한・조인수, 2020).

스마트팩토리는 대표적으로 지능화, 연결화, 가상화의 세 가지 특징을 가지고 있다. 지능화는 디지털 데이터와 정보를 수집하고 저장하여 이를 분석하고 정보를 기반으로 스스로 판단하며, AI를 활용하여 자율적으로 제어하는 기능이다. 연결화는 센서와 통신기술을 활용하여 공장에 존재하는 모든 사람, 부품, 재료, 설비, 공정을 연결하는 것이며, 가상화는 물리적인 현재 공장과 가상공장을 연계하는 CPS, Digital Twin 등의 개념이다. 이러한 특징 때문에 스마트팩토리를 성공적으로 도입하기 위해서는 능동성, 지능성, 신뢰성, 민첩성, 연계성 측면에서 고려가 필요하다(김승태, 2017). 스마트팩토리를 구현하는 최하위 기능은 시장, 제품, 생산 등

에서 발생하고 있는 다양한 데이터를 디바이스 및 센서 이용해서 정보를 식별하고 수집하여 상위 플랫폼과 애플리케이션으로 전달하는 것이다(이설빈, 2018). 플랫폼 기술은 최하위단계의 디바이스와 센서에서 수집된 정보를 애플리케이션에 활용할 수 있도록 가공 및 처리하며 또한 최하위와 최상위 애플리케이션 단계를 연결하는 역할을 하고 있다(한재훈 외, 2017).

스마트팩토리를 실제 구현하기 위해서는 통신기술(IT)과 운영기술(OT)의 연계가 중요하고 , 제조환경 전반적인 프로세스에서 수행하는 활동은 애플리케이션을 통해서 계획 및 실행되고 있다(Wollschlaeger et al., 2017). 특히 애플리케이션 단계는 플랫폼 수준으로 분석한 데이터의 흐름을 도식화해서 최종 운영단계 적용을 위해 고객관계관리(CRM), 공급사슬관리(SCM), 제조실행 시스템(MES), 전사적 자원 관리(ERP) 또는 제품수명 주기관리(PLM)와 같이 통합된 정보시스템을 활용하는 점에서 이들의 애플리케이션, 플랫폼, 디바이스 기술적용이 핵심 요소가 되는 것을 확인할 수 있다.

2.2 중소기업 스마트팩토리 성공 요인

중소제조업의 경우 생산 현장 및 공정 개선을 목적으로 스마트팩토리를 구축하고자 하며, 또한 원격 제어, 정보화 등을 통해 안전한 생산 환경 구축을 기대하고 있는 것으로 분석할 수 있다(이현정 · 김용진 · 임정일 · 김용운 · 이수형, 2017). 이러한 기대를 만족하기 위해서 중소기업에서 스마트팩토리를 도입하여 성공적으로 운영하는데 필요한 핵심 요인이 무엇인가 분석하는 것이 필요하다. 스마트팩토리에서 주요 성공 핵심 요인을 기술적인 측면과 조직적인 측면으로 구분하고 있다(권세인, 2019). 여기서 기술적인 측면은 플랫폼 기술, 센서 네트워크, 지능형 자동화, 안전 등이 있고, 조직적인 측면은 조직 역량개발, 디지털 문화, 최고경영자 리더십, 협력 등으로 구분하고 있다.

이룩(2020)은 스마트팩토리의 성공 핵심 요인을 6가지로 말하고 있다. 나형배(2018)는 중소기업의 스마트팩토리 성공 요인을 다섯 가지로 제안하고 있다. 문승혁(2018)은 중소기업의 스마트팩토리 성공 요인 4가지를 제시하고 있으며, 주용한(2020)은 스마트팩토리 주요 성공 요인을 4가지로 제안하고 있다. 김정범(2015)은 스마트팩토리 성공조건으로 디지털 환경, 제조 공정의 플랫폼, 제조공정개선을 위한 PLM과 같은 정보시스템 구성, 공정 및 업무 표준화, 최고경영자 리더십을 표현하고 있다.

〈표 1〉 스마트팩토리 성공 요인에 관한 기존 연구 결과 정리

연구자	성공요인
김정범(2015)	1.Digital Factory구성, 2.Hidden Cost, 3.디지털 Tool 기능적 가치, 4.업무표준화, 5.최고경영층 Leadership
나형배(2018)	1.리소스를 고려한 추진, 2.역량을 고려한 추진, 3.사업 환경과 산업 현황이 고려된 절차, 4.모기업의 추진 방향과 Aligin, 5.인간의 우선
문승혁(2018)	1.디지털 가치 사슬 구축, 2.제조업의 서비스화, 3.동종 제조 산업 카테고리화, 4.ICT 기술 선도화 및 적용
이문호(2019)	1.참여적 기업, 2.자기 주도적 추진, 3.기술과 생산 전략의 정합성 4.전문 인력 확보 및 양성, 5.일터 혁신
권세인(2019)	1.플랫폼 기술(Platform Technology), 2.센서 네트워크(Sensor Network), 3.정보 시스템(Information System), 4.지능형 자동화(Intelligent Automation), 5.최고경영자의 리더십(Top Management Leadership), 6.안전(Safety), 7.조직원 역량 개발(Competency Development), 8.디지털 문화(Digital Culture), 9.협력(Collaboration)
방현준(2019)	1.스마트공장 설계 능력, 2.작업공정과 지원 등에 관한 정보들의 관리 3.업무 표준화와 공식화등 공정의 합리화, 4.근로자들의 동의 5.외부기관의 컨설팅 지원
이록(2020)	1.사업모델 혁신, 2.전력적 정렬성, 3.업무 프로세스 집중 4.운영 모델의 탄력적 변화, 5.역량 향상, 6.보안 강화
주용한(2020)	1.데이터 실시간 분석 및 필요한 정보제공, 2.현장 품질 관리 시스템 구축 3.근로 환경의 변화, 4.인적 자원 관리, 5.생산 관리(계획, 공정, 실적관리)

출처: 참고문헌 연구자 논문에서 요약 정리함.

먼저 기술적 측면은, 스마트팩토리를 도입하여 성공적으로 실행하는데 필수적인 정보 시스템 요소로 ERP(전사적 자원관리), MES(제조실행시스템), SCM(공급사슬관리), PLM(제품수명주기), FEMS(공장 에너지 관리시스템)를 강조하고 있다(Lee, J., Jun, S., Chang, T. W. and Park., J.2017).

조직적 측면에서는 성공적인 스마트팩토리 운영과 공장의 혁신을 위해서는 최고경영자의 적극적인 관심과 리더십이 요구되고 있으며 조직에서의 리더십과 전략이 가장 중요한 요인

이라고 주장하고 있다(Odważny, F., Szymańska, O. and Cyplik, P., 2018). 기업에서 새로운 기술 혹은 복잡한 시스템을 도입하여 성공하려면 최고경영자의 지속적인 관심과 지원이 요구되고 있다고 강조한다(최영환, 2019). 기업의 조직은 최고경영자의 강력한 리더십으로 조직의 방향이 설정되며 미래 비전과 전략 및 계획을 수립하여 직원들 동기부여에 적극적인 지원과 관심이 필요하고, 스마트팩토리의 성과 창출을 위해 최고경영자의 지속적인 지원으로 새로운 제조시스템을 직원들이 적극적으로 활용할 수 있도록 관심이 요구된다(박홍진 · 조인수, 2021). 또한 새롭게 변화되고 복잡하면서 고도화된 제조 현장에 새로운 기술력을 갖춘 인재를 육성하려면 교육과 역량을 강화하는 노력이 필수적이라고 지적하고 있다(Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S. and Kohl, H., 2016). 스마트팩토리 환경에서 요구되는 직원의 역량을 향상하기 위해 정보공유 및 새로운 지식 획득을 위한 솔루션을 제공하고 체계적인 교육 훈련으로 전문인력을 육성해야 한다고 강조하고 있다(Davis, J., Edgar, T., Dimitratos, Y., Gipson, J., Grossmann, I., Hewitt, P. and Strupp, B., 2009).

이상과 같이 스마트팩토리 실행 성공 요인에 대한 선행연구에서 제시되었던 결과를 토대로 연구자들이 공통으로 언급하고 있는 스마트팩토리 성공의 핵심 요인을 비교하여 <표 2>와 같이 정리하였다.

〈표 2〉 선행연구에서 제시된 스마트팩토리 도입 성공 요인

변수		주요 세부 항목	관련 문헌
기술 관련	정보시스템	제조실행 시스템(MES)	권세인(2019) 나형배(2018) 김정범(2015) 문승혁(2018) 이록(2020) 주용한(2020)
		전사적 자원 관리(ERP)	
		공급 사슬 관리(SCM)	
		제품 수명 주기 관리(PLM)	
	플랫폼 기술 경쟁력	빅데이터 분석	
		사이버 물리시스템(CPS)	
		프로세스 제어 관리	
		클라우드 컴퓨팅	

변수		주요 세부 항목	관련 문헌
조직 관련	업무 표준화 및 조직역량 개발	제조기술 표준화	이문호(2019) Odwazny(2018) Davis(2009)
		생산 공정 자동화	
		맞춤형 교육	
		핵심 인재 육성	
	근로 조건	디지털 문화 구축	
		단순 작업 개선	
		유연 근무제	
		안전사고 개선	
	최고경영자 리더십	도전 정신	
		전략 수립	
		동기 부여	
		의사소통 역량	

출처: 중소제조기업의 스마트팩토리 실행 성공 요인에 관한 복수 사례 연구(김태종 · 신호상 2022)

2.3 ser-M 이론

ser-M 이론은 기업 경영 분석에 있어 단순히 한가지 면만 보고 원인과 결과를 정확하게 판단하기가 어렵다는 관점이다(권영화 · 엄재근, 2018). 또한 기업의 창업과 성공을 단순히 창업주 중심으로 살펴보는 것은 안 된다는 관점에서 출발하고 있다(엄재근 · 조규연 · 탁진규, 2017). 일반적으로 사용하고 있는 메커니즘은 공학에서 최종결과를 산출하기 위해 작동하는 원리로 기존의 공학적 용어로 사용하고 있던 것이 경영학에서 적용되며 경영학적 용어로 본격적으로 쓰이기 시작했고(조동성 · 이동휘, 1998) 기업이 이러한 메커니즘을 통해 독특한 가치 창출과 더불어 경쟁하는 기업과 차별화되면서 경쟁우위 전략을 갖는다(조동성, 2014).

메커니즘은 기업의 경영자가 전략을 선택하고 실행하는 과정에서 구축되는 기업경쟁력의 원천으로서 기업 내 개별 요소들인 주체, 환경, 자원들과 상호작용의 원리로 이해할 수 있다. 메커니즘은 주체, 환경, 자원 등으로 구성, 순서, 시점의 결합원리로 구조화되며, 조직내에서 조정, 학습, 균형의 과정을 거치면서 기능을 발휘한다(조동성, 2006). 기업의 성과는 주체, 환경, 자원에 의해 일부 영향을 받고 있지만, 구조적으로 메커니즘에서 나오는 프로세스에

의해서 결정이 되고 있다. ser－M에서 각 요인은 주체(Subject), 환경(Environment), 자원(Resource)으로 구성되고 이것들이 서로 복합적으로 어울려 융합으로 나타나는 메커니즘(Mechanism)으로 설명하며 조합(Combination), 순열(Permutation), 시간(Time)을 강조하고 있다(조동성, 2014). 일반적으로 경영전략에서 많이 사용하고 있는 메커니즘 이론은 주체 기반관점, 환경 기반관점, 자원기반 관점의 융합 이론으로 들고 있다. 이러한 3가지 이론은 다음과 같이 설명할 수 있다.

첫째로 주체 기반관점은 기업의 최고의사 결정자로서 경영성과의 중요한 전략을 수립하여 실행할 수 있는 조직구조 설계와 구성에 영향을 주는 관점이다(Chandler,A.D., 1962: Child,J., 1972). 둘째로 환경기반관점은 기업들을 둘러싸고 있는 주변의 산업구조, 정책구조, 역사 환경에 의해 기업의 전략 및 성과가 결정된다는 것으로 환경 요소들이 전반적인 경영성과에 영향을 미친다는 것이고, 이러한 요소들은 기업 연구의 산업구조 분석에 필수이다(Poter,M.E., 1980). 셋째로 자원기반관점은 기업에서 보유하고 있는 자본, 기술, 핵심역량으로 경영성과를 창출하고 지속적인 성장을 하고 있다는 관점이며 Penrose(1959)은 기업은 자원의 집합체라고 정의하듯이 기업에서 보유하고 있는 자원의 중요성이 강조되고 있다. 기업의 메커니즘은 경영 활동에 많은 영향을 주는 기본요인으로 최고경영자, 주변 환경, 기업이 보유한 자원 등이 서로 영향을 미치며 상호작용을 한다(이동현, 1996). 또한 주체가 주도하여 주변환경과 보유한 자원을 창조하고 있는 창조형 메커니즘, 주어진 환경 또는 기업이 보유한 자원으로 주체가 변화를 이끄는 혁신형 메커니즘, 주어진 환경 또는 보유한 자원에서 주체가 수동적으로 행동하는 적응형 메커니즘으로 구분되고 있다.

융합기반의 관점에서 메커니즘 이론으로 다양한 연구가 진행되고 있으며, 기업이 성장하는 여러 변수로 메타 분석해서 이것을 통하여 균형, 조정, 학습 메커니즘을 설명했다(구자원 · 이윤철, 2007). 한국 주요 기업을 주도하고 있는 기업가정신을 창업자 위주의 기업환경과 자원을 분석해 기업이 성장하는데 작용하고 있는 메커니즘에 대해서 분석 하였다(엄재근 · 조규연 · 탁진규, 2017). 한국전력공사 해외독립발전의 사업개발에 대해서 메커니즘을 ser-M으로 분석하였다(허경구 · 김주남, 2017). 정치에서 리더의 역할보다 주변환경과 보유하고 있는 자원이 어떻게 융합하는지의 메커니즘을 조선왕조 태종의 리더십을 메커니즘으로 고찰하였다(여현철 · 엄재근, 2018). 무역관점에서의 한국과 칠레 FTA관계는 어떤 메커니즘이 작동하고 있는지 분석하여 국제통상의 중력이론을 바탕으로 메커니즘을 해석하고 있다(홍성

식・엄재근 2018). 또한 ser－M 전략으로 시스템다이내믹스의 동태적 분석을 살펴보았다(엄재근・김회춘 2017). 이와 같이 최근 메커니즘에 관한 연구는 경영에서만 아니고 다양한 학문에서 진행이 되고 있다.

Ⅲ. 중소제조기업 스마트팩토리 추진 및 산업 현황

Global 4차 산업혁명이 진행되는 상황에서 한국에서는 ICT를 기반으로 스마트팩토리를 추진하고 있으나 기초적인 도입 수준이 대부분이고 실행이 더디게 진행되고 있다. 특히 대기업 중심으로 확산 성과가 이루어지고 있으나, 중소제조기업의 경우 디지털 전문인력 확보의 어려움, 인프라 구축 비용 등 초기투자금 부담으로 어려움을 겪고 있는 상황에 놓여 있는 것이 현실이다. 그러나 디지털 기술혁신의 대표적인 특징은 변화의 속도가 매우 빠르게 진행되고 있는 것으로, 중소제조기업이 국가산업에 미치는 파급 효과가 크다는 것을 알고 있음에도 불구하고 이러한 변화에 시기적절하게 대처하는 중소제조기업들의 기업혁신과 미래의 제조경쟁력 강화를 위한 스마트팩토리 추진에 정부의 지원정책이 필수적으로 대두되고 있다.

스마트팩토리에서 공장 플랫폼은 일반적인 정보시스템의 수준을 넘어 기업의 요구사항을 반영하는 동시에 진보된 기능을 제공하는 것이다. 스마트팩토리 구축은 각 기업의 수준에 맞도록 단계적으로 진행해서 기업 운영에 필요한 것을 적용해야 한다(오요셉・이주연・윤주성・김보현, 2015). 최근 산업 전반에 걸쳐 디지털 기술이 급속히 적용되면서 제조업에서도 네트워크를 활용하여 실시간으로 공장 전체를 모니터링하고 있다. 이와 더불어 기업의 생산시스템은 4차 산업 혁명의 핵심인 스마트팩토리를 구축하여 제조 공정을 고객 맞춤형 유연생산 방식으로 전환할 필요가 있다(산업통상자원부, 2017).

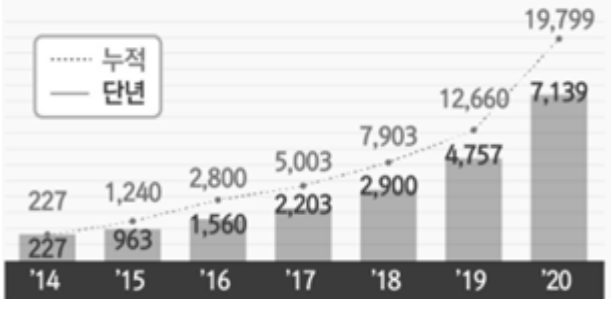
스마트팩토리를 도입하고 구축하는 것으로 끝이 아니고 지속적인 유지관리가 필수적이며 고도화되어야 한다. 한국은 세계적으로 기술우위를 점하고 있으며 스마트공장 경험과 기술력이 풍부한 대・중소기업을 많이 보유하고 있어서 제조업분야 혁신을 하는데 우수한 잠재력을 보유하고 있다(이문호, 2019). 이에 따라 한국 정부는 스마트팩토리가 안정적이고 지속으로 운영될 수 있는 자금, 전문 인력 등을 포함한 기반 구축 사업에 역점을 두고 있으며

2022년까지 스마트팩토리 3만 개를 구축하여 중소기업제조업을 기반으로 제조업 강국이 되는 것이다(방제일, 2020). 이와 같은 목표 달성을 위해 관계부처 합동으로 중소제조기업 스마트제조혁신 전략이 수립되었으며, 민간과 정부가 협력해서 주도적으로 운영되고 있는 비영리 재단법인인 스마트제조혁신추진단은 중소제조기업의 스마트제조 보급 확산과 경쟁력 향상을 적극적으로 지원하고 있다(주용한 · 조인수, 2020). 그리고 중소제조기업은 공장 관리 및 경영 환경 변화에서 생산, 품질, 재고관리를 안정적으로 운영함으로써 생산성 향상을 기대할 수 있는 스마트팩토리를 구축하여 경쟁력 있는 공장 운영될 수 있도록 노력하고 있다(이현정 · 유상근 · 김용운, 2017).

스마트팩토리 산업통계 현황을 살펴보면 2022년까지 스마트팩토리 3만 개를 보급하는 것을 목표로 2020년까지 19,799개 스마트팩토리를 구축하기에 이르렀다(그림 1). ICT 기술의 활용 정도와 역량에 따라 스마트팩토리 수준은 기초, 중간1, 중간2, 고도화인 4단계로 구분되고 있다(박홍진 · 조인수, 2021). 기초수준은 수작업으로 정리하던 공장 내 생산 관련 기초적인 정보를 ICT를 이용하여 일부 생산 공정에서 정보 활용 및 데이터 수집하는데 정보시스템의 기반을 갖춘 상태를 말한다. 중간1 수준은 기초수준에서 한 걸음 진보한 개념으로 단순한 생산실적뿐만 아니라 수많은 설비의 정보 데이터를 자동으로 집계하고 이를 활용한 공정 품질 분석이 실시간으로 가능하다. 문제 발생 시 신속한 의사결정과 함께 협업기업들과 정보를 공유하며, 공장 운영 현황의 실시간 파악에 필요한 프로세스에 자동화를 적용할 수 있는 수준이다. 중간2 수준은 생산 공정 전반에 자동화 기술이 완전히 자리 잡은 상태로 공급사슬 상에서 설비정보는 물론이고 실시간 데이터를 분석 가능한 수준으로 최적화된 제품을 생산하는 환경의 조성이 가능한 단계로 스마트팩토리 구축을 위한 기반이 마련된 상태를 의미한다. 마지막 고도화 수준은 각종 시스템이 IoT/IoS[2]를 적극적으로 활용하여 유무선 네트워크로 연결되어 자재, 설비, 공정, 비즈니스 모듈이 서로 연동하여 디지털화하며, 스스로 판단하는 지능형 설비와 시스템을 통해 자율적으로 공장이 운영되고, 가상의 환경에서도 개발 및 생산 가능하고 전체 제조공정의 통합운영이 가능한 단계를 의미한다. 스마트팩토리가 도입된 공장의 약 70%가 넘는 중소제조기업의 경우 기초단계인 데이터수집의 수준에 머물

2 IoS: Internet of Service, 서비스 인터넷(IoS)에서는 소프트웨어 자체, 소프트웨어 개발 도구, 소프트웨어 실행을 위한 플랫폼(서버, 스토리지 및 통신)을 포함하여 소프트웨어 애플리케이션을 사용하는 데 필요한 모든 것을 인터넷에서 서비스로 이용할 수 있다.

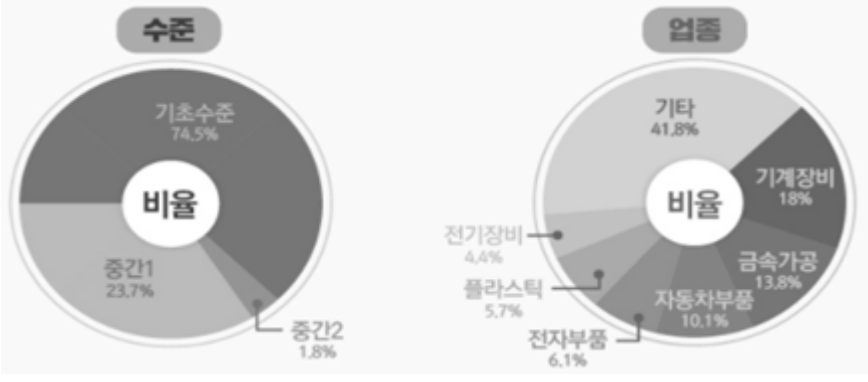
러 있는 실정이다(주용한・조인수, 2020). 이것은 진정한 의미의 스마트팩토리라기보다는 기존 제조방식에서 일부 공정에 정보 디바이스와 연계한 개선으로 볼 수 있다(나형배・황인극, 2018).



〈그림 1〉 스마트공장 보급 추이(단위:개)

출처:중소기업벤처부 블로그(2021), https://blog.naver.com/bizinfo1357/222208483613

국내 중소제조기업은 글로벌 경기침체영향, 일본 경쟁력 강화, 중국 경제의 약진, 내수 경기침체 등의 위기로 제조업의 부흥이 필요한 시점이며, 이를 위해 스마트팩토리의 실행에 대한 효율성을 검토할 필요가 있다. 스마트팩토리 세계시장을 미국, 독일, 스위스, 일본 등 4개국이 50% 이상 점유율을 보이고 있으며, 한국의 스마트팩토리의 경쟁력은 선진국대비 70% 미만 수준이다. 중소제조기업의 스마트팩토리 구축 및 실행을 활성화해서 기존 제조방식을 고도화로 변화할 수 있는 스마트팩토리를 구현하는 핵심기술을 개발하고 표준화하여 선진국과의 기술 격차를 극복하여 한국의 제조위상을 높이고 제조기술을 선점하여야 한다(이현호・임춘성, 2018).



〈그림 2〉 스마트화 수준/업종별 스마트팩토리 현황 (20년기준)

출처:중소기업벤처부 블로그(2021), https://blog.naver.com/bizinfo1357/222208483613

Ⅳ. 연구 방법

4.1 AHP 기법

계층적 분석 방법인 AHP(Analytic Hierarchy Process,: 이하 AHP) 기법은 미국 펜실베니아 대학교의 토머스사티(Thomas L. Saaty) 교수에 의해서 제창 되었다(T.L.Saaty, 1987). 이것은 의사결정에 사용하는 방법의 하나이며, 의사결정 방법에서 다양하게 평가하는 요인이 존재하여 복잡한 의사 결정 과정에 여러 가지 항목 간에 계층구조로 체계화하여 각 계층의 요소를 쌍대비교로 기하평균을 이용하여 가중치를 적용해서 우선순위를 도출하는 문제를 구조적으로 접근하는 과정에서 많이 활용되고 있다(Saaty,T.L. 2003).

AHP 기법은 의사결정 구조에 대해 다단계로 계층화하고 구조 및 분해하여 의사결정을 하는데 주관적 판단을 계량화할 수 있는 것이 가장 큰 특징이다(강진규・민병찬, 2008: 김종철・고영희, 2020). 또한 AHP 기법은 유사한 항목들을 쌍대비교를 통하여 전체의 항목들에 중요도를 산출하는 단계로 이 방법을 사용하고 있다. 그래서 복잡한 문제에 대한 것을 단순화시키고, 여러 항목에 대해서 동시에 비교할 때 발생하는 일관성의 문제를 해결할 수 있는 특징을 가지고 있다.

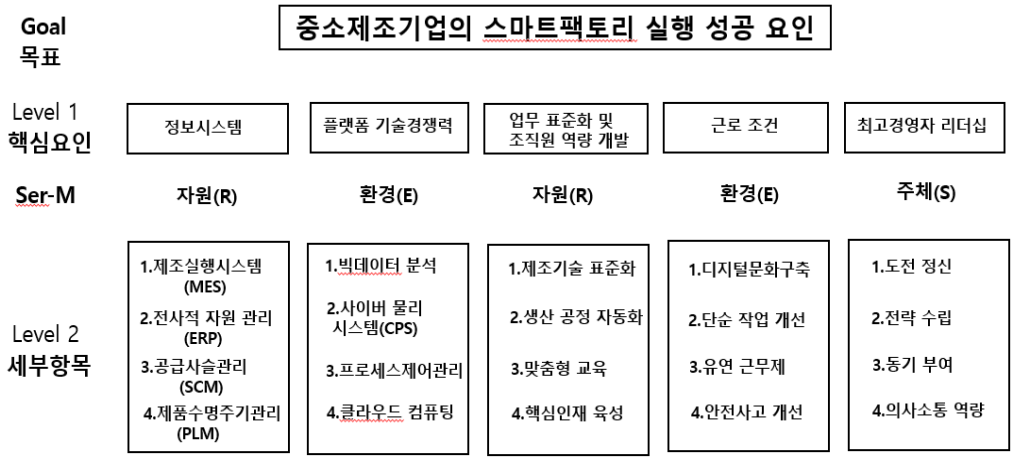
공학 및 물리학에서는 길이, 무게, 시간 등의 물리량의 개념으로 기본척도를 측정하여 얻어진 수치를 가지고 엄밀하게 계산을 통해 결과를 알 수 있지만, 사회나 기업에서는 자연과학적인 방법으로 측정할 수 없는 것들이 많다. 이런 문제들은 인간의 직관적인 판단에 맡길 수밖에 없는데 직감이라는 것이 자연과학적인 계량에 비해 주관적이고 애매하다는 한계도 있지만, 어떤 경우에는 무리한 물리적인 측정보다 더 정확한 경우도 많다. 이런 점에서 AHP 기법은 인간의 판단으로 미지의 대상에 대한 해결방안을 제시할 수 있는 기법으로 인정되고 있다(박용성・박태근, 2001). 또한 이 분석 기법은 정량적・정성적인 요소와 정성적인 요소를 함께 살펴볼 수 있다는 장점이 있어 경영, 행정, 미디어 등 다양한 분야에서 널리 활용되고 있다(박지은・김수원・김은・김성철, 2017).

그래서 AHP 기법은 전문가의 판단 혹은 주관적인 의견에 의존하는 문제에 적합하고 질적・양적인 요소를 포함하는 상황에 적용할 수 있다. 사용되는 평가척도는 비율 척도이므로 항목별 자원을 배분하는데 적용 가능하며, 복잡한 문제의 요인을 도출, 분류, 계층화하여 문제를 구성하는 요인이 지나치게 많은 경우 인간이 이성적인 판단의 어려움 때문에 인간의 사고와 유사하게 문제를 분해 구조화하고 평가요소 간 중요 및 대안 간 선호도를 비율 척도로 구분을 하고 있다. 따라서 기준이 여러 개일 때 각 요인의 차별점을 체계적으로 평가하기 위해 이 기법을 활용하고 있다.

AHP분석은 일반적으로 다섯 단계로 진행된다. 첫단계는 계층화시키기인데, 최종 목표에 영향을 줄 수 있는 의사결정 요인, 하부 의사 결정요인으로 계층구조로 세분화한다. 둘째, 쌍대비교이다. 각 요인에 부여되는 가중치에 대해 질적 척도에 대한 데이터 수집하여 각 요인을 1:1 비교하여 중요도를 비교하게 된다. 다양한 요인들이 있을 때는 한 번에 상대적인 중요도를 결정하기 어렵고 쌍대비교 하는 방식을 통해 가중치를 선정하는 것이다. 셋째, 정방행렬로 나타내기이다. 쌍대비교에서 나타난 결과를 행렬로 나타낼 수 있다. 넷째, 상대적 가중치 구하기이다. 쌍대비교를 통하여 얻은 값을 이용해서 각 요소의 상대적 가중치를 산출하는 단계이다. 다섯째, 일관성 비율 검정하기이다. 설문지를 통하여 얻은 데이터는 설문하는 개인의 주관이 개입되기 때문에 일관성 유지가 어려워 검정 단계가 필요하다. 그래서 일관성 비율(Consistency Ratio : C.R)을 이용해 검정하고 이 값은 일관성 지표(Consistency Index: C.I)를 무작위 지표(Random Index : R.I)로 나눈 값으로 0.1보다 작을 때 일관성을 인정할 수 있다고 한다(Lee. Y. H., 1995).

4.2 연구모델 개발

본 연구는 ser-M 프레임워크와 AHP 기법을 활용하기 위한 계층적 분석 모형을 설계하였다. 그리고 스마트팩토리 성공 핵심 요인을 AHP 모형의 목표로 설정하고 핵심 요인(Level 1)을 다시 ser-M 기반의 주체(S), 환경(E), 자원(R)으로 구성하였다. 각 핵심 요인에 대해서 세부적으로 항목을 분류하였으며, 성공 요인에 대해서 공공부문과 민간부문의 인식 수준을 평가하여 그 차이를 분석해서 요인들에 대해 가중치를 산출하기 위한 AHP 기법 모형을 활용하고자 한다. <그림 3>은 본 연구의 목적에 따라 구성된 연구모형을 보여주고 있다.



〈그림 3〉 중소제조기업의 스마트팩토리 실행 성공 요인 중요도 산출을 위한 AHP 모형

4.3 연구 방법 및 데이터 수집

본 연구에서 실증 분석은 계층적 분석 방법 AHP 기법을 활용하여 중소제조기업의 스마트팩토리 실행에 있어서 중요하게 다루어야 할 실행 성공 핵심 요인들의 중요도 및 우선순위에 대해서 분석하였다.

첫째, 중요도를 의사 결정하는 대상 요인들의 위계적 계층구조를 만들었다. 둘째, 각 요인 간에 5점 척도로 쌍대비교를 통해 정량적 판단을 할 수 있는 자료를 수집하였다. 여기서

평가 대상 성공 요인들을 쌍으로 묶어 1:1 쌍대비교 평가를 진행하도록 하였다. 평가 비교에서 두 요인 중 상대적으로 더 중요한 요소에 대해서 5점 척도로 측정하였다. 셋째, 각 요인간에 상대적 중요도를 산출하였다. 설문자들의 일관성 지수를 평가해서 데이터의 신뢰도를 확인하였다. 넷째, 평가 대상이 되는 여러 요인에 대하여 종합순위를 산출하기 위해 요인들의 상대적 중요도를 전체 종합하였다.

본 연구는 중소제조기업의 스마트팩토리 실행 성공 요인 중요도를 아래처럼 분석하였다.

첫째, 계층1 요인들 중요도 분석

둘째, 계층1의 하위 계층2 요인들 중요도 분석

셋째, 최하위계층(계층2)의 통합 중요도 분석

본 연구에서 핵심 요인을 객관적으로 평가하기 위해서 스마트팩토리를 운영하는 기업의 임직원이나 공공기관에서 관련 업무를 담당하고 있는 전문가들을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문의 수집은 2022년 2월3일부터 2월21일(19일)까지 공공부문과 민간부문으로 구분해서 진행하였다. AHP 분석에서 설문자의 전문성이 중요하기 때문에 전문가로 구성하였으며 구체적인 설문 대상자에서 공공부문은 스마트팩토리 지원업무를 담당하고 있는 정부기관의 임직원 및 대학교수 집단으로써 전문성을 보유한 대상으로 선정하였고, 민간부문은 대기업 및 중소기업에서 스마트팩토리 추진하고 있는 전문성을 가진 대상자를 선정하였다. 설문 방식은 대면과 온라인 이메일로 병행하였다. 전체 70부를 배포하여 51부를 회수하였으며 통계분석에 부적합한 8개 제외하고 총 43개를 최종 분석으로 진행하였다<표 3>.

Data 분석은 기존에 수식 계산으로 많이 사용하고 있는 Excel 2013을 사용하였다.

〈표 3〉 설문지 회수 및 적합도

단위:개

분류	기관	배포	설문 회수		통계적합도		비고
			회수	회수율	적합	적합율	
공공부문	정부기관	20	17	85%	17	100%	설문지 평가 일관성 비율(CR) 0.2 이하 적합도 채택함.
	학계	15	10	67%	10	100%	
민간부문	대기업	15	10	67%	9	90%	
	중소기업	20	14	70%	7	50%	
합계		70	51	73%	43	84%	

AHP 분석에서 일관성을 검증하기 위해 일관성 지수를 평균 무작위비율[3](RI: Random Index)로 나눈 일관성 비율(CR:Consistency Ratio)을 사용하는데 CR값이 0의 값이라면 평가자가 완전한 일관성을 유지하며 쌍대비교를 하였다는 것을 의미하며, CR값이 0.1(10%) 이상이라면 일관성이 부족한 것으로 재설문이 필요함을 의미하고 있다(조근태 · 조용곤 · 강현수, 2003). 그러나 임채연 외(1994)는 0.1(10%)보다 작으면 이성적 평가(Reasonable), 0.2(20%) 이하이면 용납할 수 있는 수준의 평가(Tolerable)라고 하였다. 본 연구는 많은 설문자의 적극적인 측면에서 용납 수준으로 일관성 비율이 0.2(20%) 이하인 응답자를 채택하여 Data를 분석하였다.

본 조사에서의 나타난 특징 중에 하나는 중소기업에서 설문자의 통계적합도가 가장 저조한 것이다. 공공부문의 설문자들의 적합율은 100%인데 반해, 민간부문의 적합도는 평균 64%이다. 대기업의 경우 90%이지만, 중소기업은 50% 수준으로 저조하다. 이는 중소기업 종사자군이 타 부문과 대비하여 스마트팩토리 개념과 인식이 상대적으로 부족하거나, 오히려 반대로 개념적인 접근이 아닌 실질적인 현장 접근을 하면서 발생하는 다양한 개념충돌 등을 경험하였기 때문에 일관성이 낮은 것으로 추정할 수 있다. 확대해석하면 중소기업에서는 스마트팩토리 관련 풍부한 경험과 전문지식을 겸비한 전문가가 부족한 것으로 추정할 수 있다. 통계에 적합한 분석대상자들의 분포는 <표 4>와 같다.

3 무작위비율(RI:Random Index)은 핵심요인(5행렬)분석 1.12 적용함,세부 항목(4행렬)분석 0.9 적용함.

〈표 4〉 설문자 분포

단위: 명

분류	기관	설문자	점유율	업무 경력				
				10년미만	10~15년	16~20년	20년이상	비고
공공부문	정부기관	17	40%	8	6	2	1	
	학계	10	23%			3	7	
민간부문	대기업	9	21%	3	1	3	2	
	중소기업	7	16%		4	1	2	
합계	43		100%	11	11	9	12	

4.4 측정 변수의 조작적 정의

앞에서 선행연구를 바탕으로 측정 변수에 대한 조작적 정의를 <표 5>에 정리하였다. 스마트팩토리 실행 성공 요인 사례 분석 연구(김태종 · 신호상, 2022)를 바탕으로 요인별 측정 항목을 도출하고 본 연구의 목적에 맞게 보완하여 최종 설문 항목을 작성하였다. 연구 변수의 측정항목을 5점 리커드 척도를 사용해서 측정하였다.

〈표 5〉 핵심 변수의 조작적 정의

변수	정의	주요 세부 항목
정보시스템	기업 환경에서 업무처리나 경영의 의사결정에 필요한 데이터를 수집하거나 저장하여 필요한 부분을 가공하고 배분하는 시스템이다. 공장 운영을 지원하는 소프트웨어로서 제조 운영에 있어 직접적으로 실행하는 시스템이다.	제조실행 시스템(MES)
		전사적 자원 관리(ERP)
		공급 사슬 관리(SCM)
		제품 수명 주기 관리(PLM)
플랫폼 기술 경쟁력	표준공정을 통해 다양한 제품을 만들어내는 기반과 도구를 지칭하고 있으며, 스마트팩토리의 플랫폼은 기술적 측면에서 의미를 갖고있다. 또한 수집된 정보를 애플리케이션에 활용되는 형태로 가공 및 처리하는 중간 소프트웨어 디바이스/센서와 애플리케이션의 매개 역할 한다.	빅데이터 분석
		사이버 물리시스템(CPS)
		프로세스 제어 관리
		클라우드 컴퓨팅
업무 표준화 및 조직원 역량개발	업무 표준화는 모든 기업에서 핵심이며 사업 운영 모델의 구축 방법을 결정하는 것으로 기업이 고도의 경영기술에 의해 생산성을 제고하고 경영 환경 변화에 능동적으로 대처하기 위한 조직의 Loss를 제거하고 효율적인	제조기술 표준화
		생산 공정 자동화

변수	정의	주요 세부 항목
	관리제도를 확립하여 각 업무가 상호 유기적으로 진행되도록 하는 것이다. 기업의 성공과 경쟁력은 조직 구성원의 관리하는 방법에 따라 좌우되므로 적절한 자격을 갖추고 있는 인력을 양성하는 교육과 역량개발이 필수이다.	맞춤형 교육
		핵심 인재 육성
근로 조건	4차 산업혁명과 함께 사회 전반에 디지털 기술이 적용되고 디지털 트랜스 포메이션이라는 새로운 패러다임이 주목을 받고 있으며 기업들은 디지털 환경 변화에 대응하고자 근로 조건을 디지털 조직 문화로 변화시키는 노력을 하고 있다. 근로자들의 작업 환경 개선, 작업효율 향상, 안전사고 예방, 개인 역량 향상 등을 동시에 만족시켜야 한다.	디지털 문화 구축
		단순 작업 개선
		유연 근무제
		안전사고 개선
최고경영자 리더십	기업에서 최고경영자의 역할은 전략 수립, 구조 개편, 조직원 관리와 외부환경에 적응하여 각종 정책을 수행하는 것이며, 기업에서 조직의 성공과 실패는 환경 변화를 주도하고 있는 최고경영자의 리더십에 좌우되고 있다.	도전 정신
		전략 수립
		동기 부여
		의사소통 역량

4.5 ser-M에 기반의 핵심 요인 도출

스마트팩토리 실행의 성공 요인 선행연구를 바탕으로 AHP 기법의 분석에서 사용한 핵심 요인을 ser-M 기반의 주체(Subject), 환경(Environment), 자원(Resource), 메커니즘(Mechanism)으로 재분류하여 각 기업의 스마트팩토리 실행에 있어서 S,E,R,M 요인의 중요도 변화에 대하여 살펴보도록 한다. 첫째, 주체(S) 관련은 기업의 전략 수립 및 각종 정책을 수행하고 있으며 기업의 성공과 실패를 주도하는 최종의사 결정자의 리더십이 중요하게 여겨지고 있어 최고경영자 리더십으로 구분하였고, 둘째, 환경(E)은 중소기업의 경우 인프라 구축 비용 및 초기투자금의 부담과 디지털 전문기술이 열악한 환경에서 정부정책지원이나 지방자치에서 지원받아 디지털 환경을 조성하는 플랫폼 기술 경쟁력과 디지털 환경 변화에 대응하는 근로 조건을 디지털 조직 문화로 변화시키는 것은 단순히 근로자의 역량을 향상하는 것이 아니라 개별적으로 변화의 주체자가 되도록 작업 환경을 변화시켜야 한다. 셋째, 자원(R)은 기업의 내부로부터 보유하고 있는 특수한 자원에 의해 전략과 성공이 이루어지고, 제조기업에서 이미 보유한 자원을 활용하고, 공장 운영에 있어 지원하는 소프트웨어, 제조실

행에 직접 관여하는 정보시스템, 기업운영에 핵심으로서 사업 운영 모델의 구축 방법을 결정하는 업무 표준화, 기업의 성공과 경쟁력은 조직 구성원의 적절한 자격을 갖추도록 조직원 역량개발등으로 구분하였다. 넷째, 이러한 핵심 요인들로 성공하는 메커니즘(M)의 생성과정은 주체, 환경, 자원 등 요소들이 구성, 순서, 시점의 작용을 통하여 구조화되어, 이렇게 구조화된 기업들의 다양한 메커니즘들은 조정, 학습, 균형의 과정을 거치면서 기업 내에서 그 기능을 발휘한다. 즉 기업의 경영자들은 환경을 선택하고 자원을 활용하는데 각 요소의 상호작용을 가장 효과적으로 조정할 수 있는 메커니즘을 구축하고 기업 내에서 학습 과정을 거쳐 진화하게 되며 시간이 경과함에 따라 그 가치와 효용성에 의해 전략적 선택과 소멸의 과정을 거치게 된다.

〈표 6〉 S, E, R, M의 조작적 정의

분류	정의
주체(subject)	기업의 목적을 달성하는데 주어진 자원을 활용하고 환경 변화에 적응하여 새로운 환경을 창조하는 최종 의사결정권자.
환경(environment)	기업의 내부요인을 제외한 산업조직론, 조직생태학, 제도주의 이론에 근간한 기업의 외부 요인을 말하고 있다.
자원(resource)	기업의 내부로부터 보유하고 있는 특수한 자원에 의해 전략과 성공이 이루어지고 있는 것으로 기술자원, 인적자원, 재무자원, 자원기초역량, 조직자원, 전략자원을 포함하고 있다.
메커니즘(mechanism)	조정, 학습, 균형의 기능적 과정을 거치면서 기업내에서 학습 과정을 거쳐 지속적 성공 원인을 설명하는 절차적 프로세스이다.

V. 분석 결과

5.1 1계층 스마트팩토리 실행 성공 핵심 요인 가중치 및 우선순위 분석

스마트팩토리 실행 성공 핵심 요인을 정보시스템, 플랫폼 기술 경쟁력, 업무 표준화 및 조직원 역량개발, 근로 조건, 최고경영자 리더십으로 선정하여 전문가들의 상대적 가중치 및

우선순위를 분석한 결과 <표 7>과 같다.

1계층 상위 핵심 요인들의 상대적 분석 결과 최고경영자 리더십(0.294)이 가장 높게 평가되고 있었으며 다음으로 업무 표준화 및 조직원 역량개발(0.233), 플랫폼 기술 경쟁력(0.177), 정보시스템(0.149), 근로 조건(0.147) 등의 순서로 평가되었다.

분석 결과에 스마트팩토리 구축에서 기본이 되는 정보시스템의 중요도가 낮은 이유로 스마트팩토리는 기술중심이 아니라 사람 중심으로 운영될 때 최적의 생산 조건이 만들어지고 있다는 이문호(2019)의 연구 결과와 유사하다. 기술 중심적 사고에서 벗어나 인간의 역량을 최대한 발휘할 수 있도록 여건을 만들어 주는 것을 의미한다.

〈표 7〉 1계층 핵심 요인에 대한 가중치 분석 결과

구분	핵심 요인	가중치	순위	비고
기술 관련	정보시스템	0.149	4	
	플랫폼 기술 경쟁력	0.177	3	
조직 관련	업무 표준화 및 조직원 역량개발	0.233	2	
	근로 조건	0.147	5	
	최고경영자 리더십	0.294	1	

5.2 2계층 세부 항목별 가중치 및 우선순위 분석 결과

핵심 요인에 대한 2계층의 평가요인별 상대적 가중치와 우선순위를 분석한 결과 <표 8>과 같다.

각 항목별 결과를 살펴보면, 먼저 정보시스템에서는 제조 실행 시스템에 대한 가중치(0.324)가 가장 높게 평가되었으며 다음으로 전사적 자원관리(0.286), 공급 사슬 관리(0.218), 제품수명 관리(0.172), 등의 순으로 가중치가 분석되고 있다. 플랫폼 기술 경쟁력에서는 빅데이터 분석에 대한 가중치(0.310)가 가장 높게 평가되었으며 다음으로 프로세스 제어관리(0.293), 클라우드 컴퓨팅(0.219), 사이버 물리시스템(0.178) 등의 순으로 가중치가 분석되고 있다. 업무 표준화 및 조직원 역량개발에서는 핵심 인재 육성에 대한 가중치(0.306)

가 가장 높게 평가되었으며 다음으로 제조기술 표준화(0.264), 생산 공정 자동화(0.259), 맞춤형 교육(0.171) 등의 순으로 가중치가 분석되고 있다. 근로 조건에서는 안전사고 개선에 대한 가중치(0.347)가 가장 높게 평가되었으며 다음으로 디지털 문화 구축(0.299), 단순 작업 개선(0.227), 유연 근무제(0.127) 등의 순으로 가중치가 분석되고 있다. 최고경영자 리더십에서는 의사소통 역량에 대한 가중치(0.309)가 가장 높게 평가되었으며 다음으로 전략 수립(0.304), 동기 부여(0.241), 도전 정신(0.146) 등의 순으로 가중치가 분석되고 있다.

〈표 8〉 2계층 세부 항목에 대한 가중치 분석 결과

구 분	핵심 요인	가중치	순위	세부 항목	가중치	순위
기술 관련	정보시스템	0.149	4	제조실행 시스템(MES)	0.324	1
				전사적 자원 관리(ERP)	0.286	2
				공급 사슬 관리(SCM)	0.218	3
				제품 수명주기관리(PLM)	0.172	4
	플랫폼 기술 경쟁력	0.177	3	빅데이터 분석	0.310	1
				사이버 물리시스템(CPS)	0.178	4
				프로세스 제어 관리	0.293	2
				클라우드 컴퓨팅	0.219	3
조직 관련	업무 표준화 및 조직원 역량개발	0.233	2	제조기술 표준화	0.264	2
				생산 공정 자동화	0.259	3
				맞춤형 교육	0.171	4
				핵심 인재 육성	0.306	1
	근로 조건	0.147	5	디지털 문화 구축	0.299	2
				단순 작업 개선	0.227	3
				유연 근무제	0.127	4
				안전사고 개선	0.347	1
	최고경영자 리더십	0.294	1	도전 정신	0.146	4
				전략 수립	0.304	2
				동기 부여	0.241	3
				의사소통 역량	0.309	1

5.3 전문가 그룹별 가중치 및 우선 순위 분석 결과

스마트팩토리 실행의 성공 핵심 요인별 가중치 차이점이 있는지 파악하기 위하여 4개의 전문가 그룹(정부 기관, 학계, 대기업, 중소기업)을 구분해서 분석을 진행하였다. 분석 결과 4개 그룹 대부분 유사한 결과를 보이고 있으며 중소기업 전문가 그룹은 다른 결과가 있는 것으로 나타나고 있다.

5.3.1 그룹별 1계층 핵심 요인 가중치 분석 결과

전문가 그룹별 1계층의 평가요인별 상대적 가중치와 우선순위 분석 결과는 <표 9>와 같다. 설문 대상자 전원이 최고경영자 리더십에서 1위를 보이고, 2위인 업무 표준화 및 조직원 역량개발도 동일하다. 일반적으로 스마트팩토리를 정보시스템으로 이해할 수 있는데 이에 대한 순위는 학계를 제외한 나머지 그룹에서 중요하지 않은 요인이라는 결과로 나타난 것은 흥미롭다. 이는 스마트팩토리도 인적요소와 결합되어야 실행되는 것을 포함한다. 근로 조건이 상대적으로 열악한 중소기업에서 근로 조건에 대한 고려가 가장 낮은 것도 흥미롭다. 근로조건 개선에 대한 기대를 하지 않는 것일 수도 있고, 실제 스마트팩토리의 실행에서는 근로 조건이 그다지 중요하지 않은 것일 수 있다.

〈표 9〉 그룹별 1계층 핵심 요인 가중치 분석 결과

핵심 요인	공공부문				민간부문			
	정부 기관		학계		대기업		중소기업	
	가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위
정보시스템	0.152	5	0.147	3	0.131	5	0.167	4
플랫폼 기술 경쟁력	0.205	3	0.144	5	0.157	3	0.175	3
업무 표준화 및 조직원 역량개발	0.216	2	0.252	2	0.221	2	0.259	2
근로 조건	0.169	4	0.145	4	0.154	4	0.091	5
최고경영자 리더십	0.258	1	0.313	1	0.337	1	0.309	1

5.3.2 그룹별 1계층 하위 계층 세부 항목요인 가중치 분석 결과

전문가 그룹별 2계층 세부 항목요인별 상대적 가중치와 우선순위를 분석한 결과는 <표 10>과 같다. 모든 부문에서 제품수명주기관리는 가장 낮게 평가되었는데, 나머지 항목들에서는 그룹별로 상이하게 나타났다. 정부기관과 대기업은 제조실행시스템을, 학계와 중소기업은 전사적자원관리를 가장 우선시하였다. 중요한 점은 정부기관과 기업과의 중요도 순서가 일치하지 않는 점이다. 정부의 지원정책과 정책기조가 실제 기업의 현황과는 차이가 날 수 있음을 시사한다.

〈표 10〉 그룹별 정보시스템 요인 가중치 분석 결과

정보시스템	공공부문				민간부문			
	정부 기관		학계		대기업		중소기업	
	가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위
제조실행시스템	0.336	1	0.257	2	0.359	1	0.352	2
전사적자원관리	0.275	2	0.309	1	0.223	3	0.353	1
공급사슬관리	0.208	3	0.250	3	0.249	2	0.152	3
제품수명주기관리	0.180	4	0.185	4	0.169	4	0.142	4

플랫폼 기술 경쟁력 하위요인의 평가 결과를 보면 빅데이터 분석이 가장 중요한 기술 경쟁력 요인이라는 것으로 인식하는 것으로 나타났다. 빅데이터에 대한 이해도가 높아진 것과 빅데이터의 필요성에 공감하는 상황이 반영된 것으로 추정된다. 다음으로 프로세스 제어관리도 모든 부문에서 동일한 순위로 나타났다. 사이버 물리시스템과 클라우드 컴퓨팅은 각 부문별 이해도와 관심도가 다른 점이 반영된 것으로 추정된다.

〈표 11〉 그룹별 플랫폼 기술 경쟁력 요인 가중치 분석 결과

플랫폼 기술 경쟁력	공공부문				민간부문			
	정부 기관		학계		대기업		중소기업	
	가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위
빅데이터 분석	0.296	1	0.327	1	0.328	1	0.304	1
사이버 물리시스템	0.214	3	0.177	3	0.131	4	0.145	4
프로세스 제어관리	0.285	2	0.321	2	0.281	2	0.295	2
클라우드 컴퓨팅	0.205	4	0.175	4	0.259	3	0.257	3

업무 표준화 및 조직원 역량개발 하위요인의 평가 결과는 모든 부문에서 동일한 가중치 순위를 보였다. 핵심 인재 육성이 가장 중요하고, 다음으로 생산공정 자동화, 제조기술 표준화, 마지막으로 맞춤형 교육의 순이다. 결과를 보면 특이한 점이 있다. 핵심 인재육성이 1순위인데 그 방법의 하나인 맞춤형 교육을 중요하게 생각하지 않는다는 점이다. 이 결과는 심지어 학계에서도 동일하다는 점이다. 학계에서도 스마트팩토리의 실행에서의 구성원 전원을 대상으로 한 맞춤형 교육보다는 특정 및 핵심 인재 중심의 실행을 중요시한다고 추정할 수 있다.

〈표 12〉 그룹별 업무 표준화 및 조직원 역량개발 요인 가중치 분석 결과

업무 표준화 및 조직원 역량개발	공공부문				민간 부문			
	정부 기관		학계		대기업		중소기업	
	가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위
제조기술 표준화	0.256	3	0.261	2	0.251	3	0.306	2
생산 공정 자동화	0.257	2	0.233	3	0.291	2	0.260	3
맞춤형 교육	0.187	4	0.219	4	0.149	4	0.090	4
핵심 인재 육성	0.299	1	0.288	1	0.309	1	0.344	1

근로 조건 하위요인의 평가 결과는 <표 13>과 같다. 항목별 중요도 순위는 거의 유사한데, 기업과 정부의 입장은 안전 사고개선을 가장 우선시 하는데 반해, 학계는 디지털 문화구축이 1순위인 점에서 차이가 난다.

〈표 13〉 그룹별 근로 조건 요인 가중치 분석 결과

근로 조건	공공부문				민간부문			
	정부 기관		학계		대기업		중소기업	
	가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위
디지털 문화구축	0.298	2	0.323	1	0.283	2	0.285	2
단순작업개선	0.215	3	0.239	3	0.235	3	0.224	3
유연 근무제	0.130	4	0.123	4	0.140	4	0.109	4
안전 사고개선	0.357	1	0.314	2	0.342	1	0.382	1

최고경영자 리더십 하위요인의 평가 결과인 <표 14>를 보면, 학계와 대기업은 의사소통 역량을 리더의 핵심역량으로 고려하는데 반해, 정부와 중소기업은 전략 수립을 가장 우선시 하는 것으로 나타났다. 전략이 우선된 후 이를 실행하기 위한 의사소통이 중요하다는 하향식 관점과 의사소통을 통해 전략을 수립해야 동기도 부여되고 도전 정신도 부여되는 상향식 관점으로 나뉘어졌다고 판단된다.

〈표 14〉 그룹별 최고경영자 리더십 요인 가중치 분석 결과

최고경영자 리더십	공공부문				민간 부문			
	정부 기관		학계		대기업		중소기업	
	가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위
도전 정신	0.128	4	0.189	4	0.136	4	0.129	4
전략 수립	0.340	1	0.231	3	0.293	2	0.333	1
동기 부여	0.239	3	0.247	2	0.246	3	0.225	3
의사소통 역량	0.293	2	0.333	1	0.325	1	0.313	2

5.4 ser-M 분석

본 연구에서는 1계층 요인 5개를 S, E, R로 구분하였다. 최고경영자 리더십은 주체로, 정보시스템과 업무표준화 및 조직원 역량개발은 자원으로, 플랫폼 기술경쟁력과 근로조건은 환경요인으로 분류하였다.

중요도 결과를 이 분류기준에 따라 정리해보면, 스마트팩토리의 실행을 성공시키기 위해서는 최고경영자는 리더십을 발휘하여(S), 자원(R)인 업무표준화 및 조직원 역량개발을 활용하여 플랫폼 기술 경쟁력인 환경(E)을 조성하여야 한다. 이를 바탕으로 기업에 맞는 정보시스템을 구축(R)하고 근로조건(E)을 개선하여 스마트팩토리를 완성하는 메커니즘을 형성하는 것이다. 순서대로 정리하면 “S-R-E-R-E”이다. ser-M 이론에 따르면 기업은 시간적 개념으로 보면 S-R-E의 발전단계를 거치게 되며 주체 기반관점, 환경 기반관점, 지원 기반관점 등의 융합으로 만들어지고 이를 통해 기업들이 지속적인 성장을 한다. 이번 설문 결과에서도 S-E-R의 단계로 중요도, 즉 발전단계로 나타났고 R-E의 순차적인 융합이 필요한 것으로도

나타났다.

본 연구에서는 중소제조기업의 메커니즘을 분석하였다. 모든 중소기업에서 스마트팩토리를 도입하고 실행하는데 있어서 최고경영자의 역할은 모든 사례에서 절대적인 영향을 미친다. 이런 상황으로만 고려하면 다양한 제조기업별 메커니즘을 나타내기가 어렵게 된다. 그러므로 기본적으로 주체가 가장 우선시되지만, 기업별 세부실행적 관점에서 메커니즘을 다양한 사례로 분석해보았다.

스마트팩토리 실행 성공 요인 사례 분석 연구(김태종 · 신호상, 2022)에서 수행된 4개 사례기업에 대해 본 연구에서 구분한 S, E, R 요인을 사용하여 메커니즘 구조를 살펴보면, 아신유니텍은 생산 공정이 기존에 구성된 자동화 시스템으로는 공장 전체를 파악할 수 없어서 업무 프로세스를 표준화하여 MES, ERP, QMS 시스템 기능을 통합하여 새로운 생산 프로세스에 적합한 최적의 플랫폼으로 운영하는 자원 혁신형 메커니즘(E-S-R)의 사례로 분석되었다.

오성전자는 생산 공정에서 고질적인 품질 문제를 해결하고 글로벌경쟁력 확보를 위해 혁신 활동으로 우수한 기술인력을 활용하여 디지털화 및 설비 자동화를 통해 생산성과 원가를 혁신적으로 개선하는 환경 혁신형 메커니즘(R-S-E)의 사례로 구분할 수 있다.

지피엔은 제조공정 자체에 혁신시스템을 구축하고자 유선네트워크를 활용해 바코드시스템이 적용된 ERP를 도입 운영하고, 외주 협력사 생산관리에 초점을 맞춘 SCM 구축하여 실시간으로 생산 현황을 파악하여 생산관리 혁신하고 있는 자원 적응형 메커니즘(R-E-S)의 사례로 고려될 수 있다.

코렌스는 생산라인에 자동화 로봇과 바코드시스템이 적용된 MES 시스템을 운영하는 생산 공정에 사이버상에서 모니터링하고 제어할 수 있는 가상물리시스템(CPS: Cyber Physical System)을 구축해서 인간과 로봇이 함께 일하는 협업 형태의 새로운 생산 시스템을 개발하여 운영하는 환경 창조형 메커니즘(S-E-R)으로 판단된다.

사례기업들은 스마트팩토리를 구축해서 성공적으로 실행하고 있으며, 제조업 경쟁력을 확보함으로써 경영성과 창출에 기인하고 있다. 이를 ser-M 기반의 관점에서 해석하면 도전적이고 창조적인 주체(Subject)가 기업의 생존 전략과 지속적인 성장을 위하여 급변하게 변화하는 디지털 시장 환경(Environment)에 대응하고 기업 내부의 우수한 기술을 보유한 인력과 인프라인 자원(Resource)을 전략적으로 활용하는 혁신형 메커니즘으로 볼 수 있다.

Ⅵ. 결 론

6.1 연구 결과 및 시사점

본 연구는 제조기업들이 스마트팩토리를 구축하여 안정적으로 실행이 되고 고도화될 수 있는 성공 핵심요인에 대해 구체적인 세부 항목을 선정하고 항목별 중요도를 분석하여 스마트팩토리 구축되어 지속적인 운영과 고도화될 수 있도록 필요한 방향성을 제시하는 목적으로 연구가 진행되었으며 중소제조기업 스마트팩토리 실행의 성공 핵심 요인들에 사례를 분석한 문헌 연구를 고찰하여 정보시스템, 플랫폼 기술 경쟁력, 업무 표준화 및 조직역량 개발, 근로 조건, 최고경영자 리더십의 핵심 요인들과 세부 항목들을 2단계로 계층적인 분류 모델로 구조화하고 스마트팩토리 관련 업무 전문가의 설문조사를 통해 상대적 중요도와 우선순위를 평가하는 AHP 기법 분석을 진행하였다. 또한 ser-M Framework을 활용하여 기업별로 추진하는 사례에 대해 주체(S), 환경(E), 자원(R)의 관계가 어떻게 되는지 살펴보았다.

데이터 집계는 공공부문은 공기업과 학계 업무관련자, 민간부문은 대기업과 중소기업 업무관련자 대상으로 선정하였다. 우선 공공부문과 민간부문의 스마트팩토리 실행의 핵심 요인에 대한 중요도 평가를 통합적으로 살펴보았다.

분석 결과 1계층 상위 핵심 요인들의 상대적 중요도는 최고경영자 리더십이 가장 높게 평가되고 있었으며 다음으로 업무 표준화 및 조직원 역량개발, 플랫폼 기술 경쟁력, 정보시스템, 근로 조건 등의 순서로 핵심 요인에 대한 중요성이 평가되었다. 스마트팩토리 구축에서 기본이 되는 정보시스템에 대한 중요도가 낮은 이유로 스마트팩토리는 기술중심이 아니라 사람 중심으로 운영될 때 최적의 생산조건이 만들어지고 기술 중심적 사고에서 벗어나 인간의 역량을 최대한 발휘할 수 있도록 여건을 만들어 주는 것을 위미한다.

전문가 그룹별 1계층의 평가요인별 상대적 가중치와 우선순위 분석 결과 설문 대상자 전원이 최고경영자 리더십에서 1위를 보이고, 2위인 업무 표준화 및 조직원 역량개발도 동일하다. 일반적으로 스마트팩토리를 정보시스템으로 이해할 수 있는데 이에 대한 순위는 학계를 제외한 나머지 그룹에서 중요하지 않은 요인이라는 결과로 나타난 것은 흥미롭다. 이는 스마트팩토리도 인적요소와 결합되어야 실행되는 것을 포함한다. 근로 조건이 상대적으로

열악한 중소기업에서 근로 조건에 대한 고려가 가장 낮은 것도 흥미롭다. 근로조건 개선에 대한 기대를 하지 않는 것일 수도 있고, 실제 스마트팩토리의 실행에서는 근로 조건이 그다지 중요하지 않은 것일 수 있다.

중요도 결과를 ser-M 모델로 해석하면, 스마트팩토리의 실행을 성공시키기 위해서는 최고경영자는 리더십을 발휘하여(S), 자원(R)인 업무표준화 및 조직원 역량개발을 활용하여 플랫폼 기술경쟁력인 환경(E)을 조성하여야 한다. 이를 바탕으로 기업에 맞는 정보시스템을 구축(R)하고 근로조건(E)을 개선하여 스마트팩토리를 완성하는 메커니즘을 형성하는 것이다. 추가로 메커니즘의 해석을 위해 4개 기업의 사례연구를 재분석하여 제시한 결과 다양한 메커니즘이 나타났다.

본 연구 결과는 스마트팩토리 성공 요인들을 실제 업무 전문가 중심으로 실증적으로 분석하였다는 점에서 의의가 있고 다음과 같은 시사점을 갖는다. 첫째, 제조업의 방식이 변화하고 있는 스마트팩토리 운영을 희망하는 기업에 성공적인 실행의 전략을 수립하는데 시사점 및 도움이 될 것이다. 둘째, 스마트팩토리 실행 성공 요인들에 AHP 분석과 ser-M Framework을 활용하여 처음으로 연구했다는 것이 의미가 있다. 스마트팩토리 구축하여 실행에 대해서 기업별로 가지고 있는 주체(S), 환경(E), 지원(R) 등의 관계에 의해 최적화된 다른 메커니즘이 형성되고 있는 전략적인 측면을 밝혔다. 스마트팩토리 운영하는 다양한 기업을 대상으로 ser-M 기반의 메커니즘 분석하여 다양한 운영 전략을 도출하는데 시사점이 될 것이다.

6.2 한계점 및 향후 연구 방향

본 연구의 분석을 통하여 스마트팩토리 실행에 있어서 성공 핵심 요인들의 상대적인 중요도 및 우선순위 평가에 시사점을 도출한 것은 의미가 있으나 일반화하기에는 무리가 있어서 몇 가지 한계점이 있다. 첫째, 스마트팩토리를 실행하는 일부 중소기업은 전문가의 지식 부족으로 설문 적합도가 낮았다. 따라서 연구 결과를 보다 일반화되고 정교하게 평가하기 위해서 다양한 중소기업으로 확대하여 전문지식이 풍부한 대상자을 활용할 필요가 하다. 둘째, 선행연구에서 도출한 핵심 요인은 스마트팩토리를 실행하고 있는 기업의 규모(대기업/중견기업/중소기업) 및 스마트팩토리 구현 수준(기초단계/중간/고도화)에 따라 달라질 수 있고,

스마트팩토리를 구축하여 운영되는 기업의 시스템의 형태나 구성에 따라 핵심 요인이 달라질 수 있으므로 이를 감안하여 우선순위를 연구할 필요가 있다. 셋째, AHP 분석을 통해 실행 핵심 요인의 우선순위를 도출하는 탐색적 연구로써 인과적 연구와 같이 정밀하게 분석하는 타당성 검증 측면의 보완이 필요하며 향후 중요도가 높은 요인이 실제 실행하고 있는 기업에 영향을 미치고 있는지 분석해 볼 필요가 있다. 넷째, 디지털 트윈, 지능형 사물, 증강분석, 분산 클라우드, 엣지 컴퓨팅 등 새롭게 진화되고 있는 기술이 발전하면서 스마트팩토리 활용이 진화되고 있어서 새롭게 도입되는 신기술을 대상으로 추가적인 연구가 필요하다. 마지막으로 ser-M Framework 기반의 최적화된 메커니즘을 전략적으로 분석하기 위한 산업군을 세분화하여 많은 기업을 대상으로 다양한 연구가 진행되기를 기대한다.

참고문헌

강내영・강성은・도원빈. 2021. 4차 산업혁명 시대, 제조업 기술혁신과 리쇼어링, *국제무역통상연구원(IIT) **Trade Focus***, (5): 1-31.

강진규・민병찬. 2008. *AHP의 이론과 실제*, 서울, 인터비젼,

구자원・이윤철. 2007. 기업성장단계 연구에 있어 변수의 사용빈도 및 상대적 중요성에 관한 종단적 연구 ser－M Framework을 활용한 생산성요인 도출을 중심으로, *생산성논문집*. 21(2): 129－169.

국가기술표준원. 2015. *스마트공장 기술 및 표준화 동향*, KATS 기술보고서, 78.

권세인. 2019. 스마트팩토리 도입의 핵심성공요인과 기업성과에 관한 실증연구, 단국대학교 대학원 박사논문.

권영화・엄재근. 2018. 글로벌 반도체장비 기업들의 리스크관리 메커니즘에 대한 사례연구, Applied Materials, ASML과 Tokyo Electron을 중심으로. *전문경영인연구*, 21(4): 259-279.

김봉기. 2020. 공장이 똑똑해지면 품질은 더 좋아지고 일자리도 늘어난다,『조선일보』. 2020년 3월 25일자.

김성민・안재경. 2019. 스마트 팩토리 구현을 위한 ERP와 MES간의 효율적인 연계 방안 연구, *대한산업공학회춘계공동학술대회논문집*, P3860-3884

김승태. 2017. 스마트팩토리의 성공적 도입을 위한 고려사항 *Strategy Consulting Group*

김정범. 2015. 제조 산업에 있어서 Digital Manufacturing System 구축의 성공사례에 대한 실증연구-Smart Factory 중심으로, 예술인문사회융합멀티미디어논문지, 5(4): 1-8.

김종철・고영희. 2020. 디지털 트랜스포메이션 성공요인 우선순위에 대한 기업과 정부의 인식차

이 연구, 한국경영학회, 24(3): 105-124.
김태종・신호상. 2022. 중소제조기업의 스마트팩토리 실행 성공 요인에 관한 복수 사례 연구, *창조와 혁신학회*, 15(1): 1-47.
나형배. 2018. 중소기업의 스마트 팩토리 현황 분석을 통한 향상 방안,
나형배・황인극. 2018. 중소기업의 스마트팩토리 현황 분석을 통한 향상 방안, 대한설비관리학회지, 23(3): 59-69.
대한민국정책브리핑. 2020. 스마트 공장・스마트 산단,
http://www.korea.kr/special/policyCuration
View.do?newsId=148866604 (검색일: 2020.03.18.)
문승혁. 2018. ICT 융합 스마트공장의 분석 및 추진 전략, *문화기술의 융합*, 4(3): 235-240.
박양신・지민웅. 2020. 국내 중소・중견기업의 스마트제조 구축 실태와 성과 : 정부의 스마트팩토리 사업 참여기업을 중심으로, i-KIET 산업경제이슈, *KIET 산업연구원*, (81): 1-12.
박용성・박태근. 2001. *AHP를 위한 의사결정론*, 서울, 자유아카데미.
박종식・강경식. 2017. 스마트팩토리 구축전략과 중소・중견 제조기업의 적용방안, *대한안전경영과학회지*, 19(1): 227-236.
박종필. (2018). 경영자를 위한 스마트팩토리 구축 로드맵 설계 및 활용. 한국산업융합학회 논문집, 21(6): 285-299.
박지은・김수원・김은・김성철. 2027. T 커머스 이용 및 구매 결정요인 분석, *한국방송학보*, 31(1): 5-37.
박홍진・조인수. 2021. 중소 제조기업의 스마트공장 활성화를 위한 조직지원인식이 조직 구성원의 혁신행동에 미치는 영향, *글로벌경영학회지*, 18(1): 119-139.
방제일. 2020. 중소기업 스마트제조혁신 구축전략 발표. 2020년8월26일.
https:/www.industrynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=28323
방현준・노용진. 2019. *기계 분야 스마트 공장 도입 촉진에 따른 고용변화*, 한국 노동연구원.
산업통상자원부. 2017. 2017년도 ICT융합 스마트공장 보급・확산 지원사업 공고. 산업통상자원부 공고, 제2017-59호.
성현희. 2020. “중기부, 스마트 제조혁신에 5000억 투입…지원사업 통합공고,” 『전자신문』, 2020년 1월 31일자.
스마트제조컨퍼런스. 2015. 제조업 3.0 전략의 혁신 과제는 스마트공장, 2015년11월5일.
엄재근・김회춘. 2017. “창업자의 창업 실패 모형에 대한 탐색적 연구:시스템 사고에 의한 접근,” *한국시스템다이내믹스연구*, 18(3): 53-75.
엄재근・조규연・탁진규. 2017. ser－M 모형 분석을 이용한 기업가정신에 관한 연구. 국내 9개

기업의 창업주 사례를 중심으로, *경영교육연구*, 32(6): 431－451.

여현철・엄재근. 2017. 조선 초기 태종의 경영 리더십 분석: ser－M 모델 분석을 중심으로, *경영사학*, 33(1): 47－68.

오요셉・이주연・윤주성・김보현. 2015. 중소제조기업을 위한 스마트공장 구축, 한국CDE학회 학술발표회 논문집, (2015.2), 323-332.

이덕주. 2020. 업무보고에 7개 스타트업도… 정부 스마트공장 특별법 제정,『매일경제』. 2020년 2월 18일자.

이동현. 1996. 기업전략 및 산업정책에 대한 ser－M 패러다임의 적용, 서울대학교 박사학위논문.

이록・김상영. 2020. *중소 제조업의 스마트 팩토리 운영과 전략*, 지식과 감성 출판사.

이문호. 2019. *사람중심의 스마트 공장을위한 협업 모델.*. 워크인조직혁신연구소

이설빈. 2018. *4차 산업혁명 중소기업과 기술경영*. 서울: 킴스정보전략연구소.

이정련・이창원. 2021. 반도체 기업의 스마트팩토리 기술적 요인이 운영성과에 미치는 영향에 관한 연구: CEO리더십과 IT전문인력의 매개효과중심으로, *대한경영학회지*, 34(11): 2047-2069.

이현정・김용진・임정일・김용운・이수형. 2017. 스마트공장 구축을 위한 현장 실태 및 요구사항 분석, 한국정밀공학지, 34(1): 29-34.

이현정・유상근・김용운. 2017. 스마트공장 기술 및 표준화 동향, ***Electronics and Telecommunications Trends***, 32(3): 78-88.

이현호・임춘성. 2018. 중소기업의 스마트공장 도입을 위한 SWOT 분석, 한국융합학회지, 9(3): 1-14.

임채연・변대호・서의호・허성익. 1994. 집단계층적 분석과정: 평가척도와 일관성비율중심, *한국경영과학회 추계학술대회 발표논문집*, 247-254.

전소현. 2015. 제조업 3.0전략의 혁신과제는 “스마트공장”스마트 제조 기술 컨퍼런스,

조근태. 조용곤・강현수, 2003. *앞서가는 리더들의 계층분석적 의사결정*, 동현출판사, 2003.

조동성. 2006. *M경영,* 서울대 메커니즘 연구회,

조동성. 2014. *메커니즘기반관점: 통합적 경영을 위한 새로운 전략 패러다임*, 서울경제경영출판사.

조동성・이동휘. 1998. A new Paradigm in strategy theory: ser-M, *Monash MT Eliza Business Review*, 1(2): 82-9.

조용주. 2016. *중소.중견 제조기업의 스마트 팩토리 구축을 위한 제언*, 한국 생산 기술연구원.

주용한・조인수. 2020. 텍스트 마이닝을 이용한 중소제조업 스마트 팩토리 성공 요인 분석, *글로벌경영학회지*, 17(5): 115-131.

중소벤처기업부. 2018. 스마트공장 더 나은 내:일이 보이다. 민관합동 스마트공장 추진단, 중소벤

처기업부 블로그. 2021. <중기부, 스마트공장 보급 2만개 달성>, <<중소벤처기업부 블로그>>, 2021.1.15., https://blog.naver.com/bizinfo1357/222208483613

진성옥・서영욱. 2019. 기업의 환경요인을 통한 기술혁신이 Smart Factory 구축에 미치는 영향 연구 : 흡수역량을 조절변수로, *한국콘텐츠학회논문지*, 19(10): 407-420.

최영환. 2019. 중소기업 스마트팩토리 제조 운영 성숙도 측정을 위한 평가모델, 충북대학교 대학원 박사학위논문.

한재훈・이덕수・박노국. 2017. 자동차부품 벤처기업 스마트공장 및모니터링 시스템 구현 사례 연구, *벤처창업연구*, 12(5): 29-37.

허경구・김주남. 2017. 해외독립 발전사업 개발 메카니즘 ser－M관점 연구, *한국 혁신학회지*, 12(2): 177－202.

홍성식・엄재근. 2018. ser－M을 이용한 국제통상 메커니즘에 관한 탐색적 연구, *경영컨설팅연구*, 18(3): 225－235.

Brennan, L., Ferdows, K., Godsell, J., Golini, R., Keegan, R., Kinkel, S., Srai, J.S. & Taylor, M. 2015. Manufacturing in the world: where next?. *International Journal of Operations & Production Management*. 35(9): 1253-1274.

Chandler, A. D. 1962. Strategy and structure: Chapters in the history of the industrial enterprise, Cambridge. MA: MIT Press.

Child, J. 1972. Organization structure, environment and performance: *The role of strategic choice*. *Sociology*. 6: 1－22. https://doi.org/10.1177/003803857200600101.

Davis, J., Edgar, T., Dimitratos, Y., Gipson, J., Grossmann, I., Hewitt, P. and Strupp, B. 2009. Smart Process Manufacturing, *An Operations and Technology Roadmap. Smart Process Manufacturing Engineering Virtual Organization Steering Committee, Los Angeles, CA, Tech. Rep.*

Diederik, V., Kristina, D., Fabian, N., Laurent, P. and Laurent F. 2014. Smart Factories:Smart Process Applications. Business Innovation Observatory, *European Union*

Gabriel, M. and Pessl, E. 2016. “Industry 4.0 and Sustainability Impacts: CriticalDiscussion of Sustainability Aspects with a Special focus on Future of Work andEcological Consequences”. *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara,* 14(2): 131.

Hecklau, F, Galeitzke, M, Flachs, S. and Kohl, H. 2016. Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. *Procedia Cirp,* 54: 1-6.

Hermann, C., Schmidt, C., Kurle, D., Blume, S. and Thiede, S. 2014. Sustainability in Manufacturing and Factories of the Future. *International Journal of Precision Engineering*

and Manufacturing-Green Technology, 1(4): 283-292

Hozdić, E. 2015. Smart Factory for Industry 4.0 A Review. I*nternational Journal of Modern Manufacturing Technologies,* 2(1): 28-35, 2067-3604.

J. Park. 2017. Analysis on Success Cases of Smart Factory in Korea: Leveraging from Large, Medium, and Small Size Enterprises, *Journal of Digital Convergence,* 15(5): 107-115.

Lee, J., Jun, S., Chang, T. W. and Park, J. 2017. A Smartness Assessment Framework for Smart Factories Using Analytic Network Process. *Sustainability,* 9(5): 794.

Lee, Y. H. 1995. A Study on the Preference of Potential Customers for Passenger Cars, *Journal of Product Research,* 12(2): 186.

Odważny, F., Szymańska, O. and Cyplik, P. 2018. Smart Factory The Requirements for Implementation of the Industry 4.0 Solutions in FMCG Environment Case Study. *LogForum,* 14(2): 257-267.

Oh W.G. 2018. The Influence of the 4th Industrial Revolution on Product Lifecycle Management: The Perspective of the Perception of Expert Groups Doctoral Thesis, *Dongguk University Management & Information Systems Review,* 38(1): 23-41.

Park, J. S., and Kang, K. S. 2017. Strategies of Smart Factory Building and Application of Small & Medium-Sized Manufactturing Enterprises, *Journal of the Korea Safety Management & Science,* 19(1): 227-236.

Park, S. 2016. Development of Innovative Strategies for the Korean Manufacturing Industry by Use of the Connected Smart Factory. *Procedia Computer Science,* 91: 744-750.

Penrose, E. G. 1959. The Theory of the Growth of the Firm, Oxford University Press: NY.

Porter, M. E. 1980. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. Free Press, *New York.*

Saaty, T. L. 2003. The principal eigenvector necessary, *Euro-pean Jouurnal of Operational Research,* 145(1): .85-91.

Shrouf, F., Ordieres, J. and Miragliotta, G. 2014. Smart Factories in Industry 4.0: A Review of the Concept and of Energy Management Approached in Production Based on the Internet of Things Paradigm. Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), *2014 IEEE International Conference on IEEE*, pp. 697-701.

T. L. Saaty. 1987. The Analytic Hierarchy Process: What it is and how it is used. Mathematical Modelling.

Wollschlaeger, M., Sauter, T., & Jasperneite, J. 2017. Thefuture of industrial communication:

Automationnetworks in the era of the internet of things andindustry 4.0. *IEEE industrial electronics magazine,* 11(1): 17-27.

Won, J. Y. and M. J. Park. 2020. Smart Factory Adoption in Small and Medium-sized Enterprises: Empirical Evidence of Manufacturing Industry in Korea, *Technological* Forecasting and Social Change, 157.

On the success factors of implementing smart factories by small and medium-sized manufacturing companies, AHP Analysis Study - Based on ser-M -

Tae Jong Kim* · Ho Sang Shin**

Recently, interest and expectations for smart factories are increasing as the change from the labor-intensive industry to the technology-information-intensive industry is accelerating, but the expected results are insufficient due to trial and error caused by lack of awareness and systematic construction process. In order for the construction of smart factories to actually lead to productivity improvement, policy support and environmental creation to increase the number of smart factory construction companies are also important, but research is needed on key factors that can stably execute and advance smart factories.

This study aims to conduct an empirical study on the key factors of the success of smart factory execution of small and medium- After structuring the existing case study into a hierarchical classification model for information system, platform technology competitiveness, task standardization and organizational competency development, working conditions, and CEO leadership derived from the study, AHP analysis was conducted to evaluate relative importance and priority through a survey of smart factory task-related experts. Subsequently, we looked at the relationship between subject (S), environment (E), and resource (R) for each company using the ser-M Framework for the results of the AHP analysis.

As for the AHP analysis data aggregation, the public sector was selected for public enterprises and academia, and the private sector was selected for large enter-

* 1st author, Ph.D. Course, Seoul School of Integrated Sciences & Technologies University (lgtjkim@hanmail.net)

** Corresponding author, Ph.D. Professor, Seoul School of Integrated Sciences & Technologies University (hsshin@assist.ac.kr)

prises and SMEs. As a result of the analysis, CEO leadership was evaluated as the most important factor in the core factor, and working conditions were evaluated as the lowest factor. Summarizing the success factors of the selected case company from the perspective of ser-M, it can be seen as an innovative mechanism in which challenging and creative subjects respond to the company's survival strategy and rapidly changing digital market environment.

Through this study, it can be confirmed that the priorities of the public and private sectors are converging overall in the results of the weight on the success factors of smart factory execution. However, due to the lack of investment costs and expertise in SMEs, vulnerabilities in operating information systems requiring high expertise have been identified, and although it is changing into a digital environment, working conditions have no effect.Viscosity This is a problem of establishing a basic infrastructure in introducing a smart factory, and there may be limitations in long-term operation. Therefore, it is believed that a more active system is needed to secure smart factory investment subsidies and expertise for SMEs.

Keyword : Smart Factory, Fourth Industrial Revolution, Small and Medium Manufacturing Company, AHP Technology, ser-M

III

Blockchain and IoT-based ASC Traceability System

Shi Xinye, Zhang Hongli, Park Kichan

Blockchain and IoT-based ASC Traceability System

Shi Xinye[1], Zhang Hongli[2], Park Kichan[3]

Abstract

The quality of the agricultural product has always been a social issue of concern to Chinese consumers. However, problems such as the information gap between different entities in the agriculture supply chain make it challenging to guarantee the quality of agricultural products sold on the market. Therefore, using advanced information technologies to establish a traceability system for farm products is a general trend and highly requested. Based on the definition of agriculture supply chain (ASC) and food traceability, this paper analyzes the causes of the current ASC traceability problems in China; then elaborates the practical significances of applying Blockchain and Internet of Things (IoT) on ASC traceability system. This paper designs the Blockchain and IoT-based ASC traceability system and put forward three keys to implementing the system in China; In addition, this paper takes Haier COSMOPlat as an example, analyzing the specific operation ideas and the enlightenment for other companies. The following conclusions can be drawn: (1) from the moment of the birth of agricultural products, the Blockchain and IoT-based ASC Traceability system can track the whole process, which can greatly enhance consumers' confidence. (2) Because the system is based on multiple organizations, the cost of cooperation is low, which can effectively reduce operating costs and improve economic efficiency. (3) Financial funds, Legislation, and a perfect education system are critical elements to implementing this system in China.

Key Words: Agriculture supply chain; Blockchain; IoT; Food traceability

Date of receipt of thesis: April 4, 2022 Published date: May 18, 2022

* We sincerely thank the two anonymous reviewers for their useful advice during the screening process.

1 1st Author, Warwick Business School, E-mail: shixinye97@gmail.com

2 Co-author, Professor, Henan University of Technology, E-mail: 969150177@qq.com

3 Corresponding Author, Chair Professor, aSSIST, Email: kcpark@assist.ac.kr

1. Introduction

Since the release of *Management regulations for Animal Vaccination Identification Tag* in 2002, China has begun to implement an agriculture traceability system. However, due to high costs and technical constraints, the development of agriculture traceability system was slow (LIU, Hong-Bo, et al., 2013).[1]

Besides, because agricultural food goes through many links with tons of food crops and raw materials from “farm to forks”, it becomes difficult for producers and customers to know where the different components of the food item belong to.

By combining the Blockchain and IoT, problems including information gap can be solved to some extent. This article designs the Blockchain and IoT-based ASC traceability system, which can track and trace the whole process of supply chain automatically and accurately, enhancing consumers’ shopping confidence and enabling enterprises to achieve brand values.

1.1 Research Objectives

With the growing customers’ awareness regarding the quality of products, there is an urgent need to develop the ASC traceability system. Researchers have researched how to apply Blockchain and IoT technology on ASC over the last decade. However, only a few research is analyzed based on the reality in China given the special national conditions. Therefore, the objects of this article are:

(i) Design a Blockchain and IoT-based ASC traceability system.

(ii) Analyze how to sustainably implement this mechanism in China in the long-term considering obstacles including technical defects, lack of talents, etc.

(iii) Provide practical implications for agriculture-related companies.

1.2 Concepts

The concept section explains the definition of Agriculture Supply chain (ASC), Food Traceability, Blockchain and Internet of Things (IoT).

A. *Agriculture Supply Chain*

The agriculture supply chain (ASC) concept was first proposed by scholars in the agricultural economics and management discipline.[2] Agriculture supply chain management refers to the management of relationship(s) among the raw materials supply for agricultural production, production processing, and product logistics and distribution.[3] The main phases characterizing a generic agriculture supply chain are described below (Caro, Ali, et al. 2018)[4]:

(i) Production: usually the farmer who is responsible for the actions from planting to harvesting using organic materials (fertilizers, seeds, and feeds, etc.).

(ii) Processing: at this phrase, processors usually perform various actions from simple packaging and labeling to more complex processes.

(iii) Distribution: distributors are responsible for moving the final products from the processor's sites to retailers' warehouses.

(iv) Retailing: at this phrase, retailers are responsible for selling the products.

(v) Consumption: the final element of the chain, where customers buy the product.

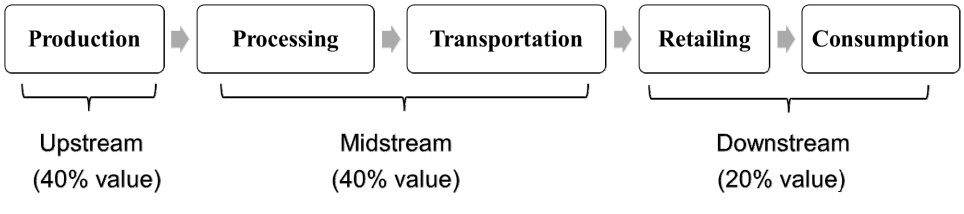


Figure 1 Process of ASC

The ASC consists of three main phrases: upstream side, midstream side, and downstream side. The upstream is where farmers produce vegetables, livestock, and crops, which makes up about 40 percent of the total value and costs of the whole ASC; The midstream includes activities like logistics, processing, warehousing, and wholesaling, which makes up another 40 percent of the total values and costs; Downstream, include retailing and consumption, makes up the last 20 percent.

Accordingly, the agricultural practices have spanned from upstream to midstream to downstream steps that includes land use preparation, seedling preparation, planting the crop seedling into the soil, growth, and development of the crop into harvest, harvesting, collecting, and depositing in a storehouse, manufacturing and packaging, distribution, and eventually consumption (Mepham, 2012).[5]

The upstream in ASC usually refers to farmers who are responsible of activities from planting to harvesting; In contract, the downstream in ASC includes retailers who are responsible for the sale of agricultural products; Participants in the midstream side in ASC include processers, who are responsible for various actions such as product packing; distributors, who take charge for moving the output of processors to retailers. Along the whole supply chain, authorities make standards, laws, and regulations.

B. *Food Traceability (FT)*

Traceability is the ability to follow the movement of a feed or food through specified stages of production, processing, and distribution (ISO 22005:2007).[6] In recent years many solutions with various emerging technologies have been proposed to improve the traceability of food products. Four major questions that need to be answered regarding the development of a traceability system (Corallo et al., 2018)[4]:

(i) Which data are essential and must be collected?

(ii) Who is the owner of the information in every stage of the supply chain?

(iii) Which tools must be used for data collection?

(iv) How should the data be managed to be available and understandable for both the stakeholders and consumers?

A well-designed food traceability system can identify food product origin, safeguard food in transit, and decrease the associated time and cost of food recalls (Regattieri, Gamberi, & Manzini, 2007).[7]

C. Blockchain

Blockchain is a distributed ledger maintaining a continuously growing list of data records that are confirmed by all the participating nodes (Raikwar, M et al., 2019).[8] The operation of Blockchain can be split into two phases: (i) Transaction generation and verification, and (ii) Consensus execution and block validation (Deepak Puthal, 2018).[9] Features of Blockchain are shown below [10]:

① ***Immutability***: A block cannot be altered once it has been added, which creates trust, transparency, and permanent records. However, a change is possible only if most nodes who are ready to alter.

② ***Decentralization***: Blockchain is stored in a file without any governing authority or a single person monitoring the framework, and thus any node can access and audit.

③ ***Consensus***: Each Blockchain is verified independently via a consensus algorithm, which provides rules for validating a block.

	Traditional Databases	Blockchain-powered Databases
Centralization	Centralized	Decentralized
Type of Data	Modifiable data	Immutable Data
Transparency	Lack of transparency	High transparency
Data Management	CRUD commands	A user is only allowed to add new data
Data cleaning	Data can be deleted	Data remains on the Blockchain permanently
Security level	Security depends on the administrator	Security is assured by the Blockchain itself

Figure 2 Comparison between traditional and Blockchain-powered databases

D. *Internet of Things (IoT)*

The Internet of Things (IoT) is Internet that is connected by different kinds of things (Ling-yuan Zeng, 2012).[11] By using information sensing equipment connecting any object and the Internet according to the arranged agreement, such as RFID, infrared sensors, GPS, and scanner, the IoT is a kind of network that supports exchanges and communication of information, and then realizes the functions of intelligent identification, location, tracking, monitoring and management of objects (Lei Y, 2011).[12]

In agriculture sections, IoT provides farmers with critical information, such as soil moisture, chemical application, and livestock health in real-time, allowing them to make better decisions to improve farm productivity. Global ICT Standardization Forum has listed the potential advantages of the IoT:

(i) Improved performance, visibility, and scalability

(ii) Better and more cost-effective service

(iii) Transparency of physical flows and detailed status information

(iv) Enhanced efficiency, accuracy, mobility, and automation

1.3 Literature review

The literature review consists of three sections. The first section explains the Food Traceability theory. The second section explains the role of Blockchain in ASC traceability system and the third part briefly explains the application of IoT in ASC traceability system.

A. *Food Traceability*

Carbone et al. (2018) [13] proposed a new food on demand cognitive model and a high level of trust and quality control on the entire food supply chain to foster high quality of products and processes. They used blockchain to ensure the transparency of all transactions, allowing better interactions between farmers and consumers. They also used the Quality of Experience (QoE) model to bridge the gap between subjective experience and objective metrics.

Jun Lin et al. (2018) [14] analyzed the causes of problems in the current food supply chain, including (i) the common use of chemical fertilizers, pesticides, and other substances, (ii) heavy metal contamination in food, (iii) the use of inferior raw materials in the manufacturing and processing of foods, and (iv) excessive use of food additives and other chemical products. They proposed that using blockchain and IoT technology on the smart Agriculture Ecosystem can help to construct a trusted, self-organized, and transparent agriculture system.

Jianping Qian et al. (2020) [15] analyzed the development stages from Traceability System 1.0 to 3.0 and compared the Traceability system in China and EU from the perspective of governmental, corporate, and consumer. They draw a conclusion that it is critical to use artificial intelligence and blockchain technology to improve traceability across the food supply chain in the future.

B. *Blockchain in Agriculture supply chain*

After studying Walmart's blockchain solution, Reshma Kamath (2018) [16] found that this approach, which reduced the traceability time from seven days to only 2.2 seconds, not only largely increased transparency across the food supply chain, but also increased food safety and reduced waste.

To trace, track and achieve seamless integration of business transactions in the soybean supply chain traceability system, Khaled Salah et al. (2019) [17] designed a blockchain-based solution by utilizing Ethereum blockchain and smart contracts. They also presented details related to sequence diagrams, traceable functionality, and implementation framework. They found that these solutions can achieve high integrity, reliability, and security without the necessity of a centralized authority to record.

M.D. Borah et al. (2020) [18] designed a user-friendly platform in agriculture supply chain management using blockchain technology. From the production to the final consumption, it can trace the asset and make sure that the asset has not been tampered with. Thus, consumers will be benefitted as they will not be paying inflated prices for the goods they buy, and in turn, will improve the overall standard of living of the society.

Demestichas, K et al. (2020) [19] researched the combination of blockchain technology and the agriculture sector and showed that using blockchains can realize traceability by irreversibly and immutably storing data, resulting in (i) cost reduction, (ii) risk reduction, (iii) time saving, and (iv) transparency. At the same time, they also pointed out challenges when implementing blockchain, including technical flaws, data management and data ownership, and cooperation and integration within traceability systems.

C. *Internet of Things (IoT) for Agriculture supply chain*

Ji-Chun Zhao (2010)[20] studied the structure and function of the mobile wireless communication technology in agricultural sections and found that this system could monitor and control environmental temperature, humidity factors automatically, achieving

reliability, high performance, and easy improvement.

Because of the COVID-19 pandemic, customers' awareness of food quality is growing. In response to the need to effectively manage agriculture food supply chain (AFSC), Sanjeev Yadav (2020)[21] designed an IoT based coordinating system for enhancing the coordination mechanism in AFSC and contributed to managerial and theoretical implications: (i) managers should invest more in new emerging tracking technologies such as RFID and GPS etc. (ii) Transportation management system (TMS) is the most important influencing stakeholders and 3PLs act as a supportive stakeholder for TMS. (iii) There are three types of drivers for achieving sustainable based food secure system: the first driver identified the needs of stakeholder; the second driver identified the role and influence of each stakeholder; the third driver identified practices (3PLs) and technologies (IoT) used by stakeholders.

D. *Blockchain and IoT for Agriculture supply chain*

Weigbin Hong et al. (2019) [22] designed the overall structure of the Agri-product Traceability System based on IoT and Blockchain Technology. They divided the system into three parts: Client, Server, and Blockchain. The Client part is responsible for collecting relative information by using IoT technologies, including sensors and RFID etc.; The Server part oversees the process of business logic, which mainly include employee management, IoT device management, system management, and measurement data management; and the Blockchain part is responsible for data storage, consensus, encryption, verification, etc.

1.4 Research Methodology

This article takes ASC as the starting point to study the significance of Blockchain and IoT in the traceability system. The thesis mainly includes the following three parts:

Part one: Identified problems in the existing ASC traceability system in China.

Part two: Summarized Blockchain and IoT-based ASC traceability system, including its advantages, operating processes, and implementation points.

Part three: Based on the actual case of Haier COSMOPlat, explore its traceability model, and provide practical implications for other industries.

2. Problems in the existing ASC Traceability system in China

2.1 Information Gap

From “farm to forks”, agricultural food goes through many links. While because of the perishable and vulnerable characteristics of agricultural food, there are many uncertainties in the whole supply chain. Under the environment where different entities perform their duties respectively and independently, it might result in information gaps in the agricultural supply chain. The phenomenon of “information isolated island” is the main cause of food safety issues in China, which is mainly reflected in the following five aspects:

(i) ***Information gap within producers:*** many stakeholders are involved in the agricultural production chain, including manufacturers, wholesalers, retailers, etc. All of them have common interests but operate independently and lack trust between one and the other. Traditional intermediaries even take advantage of opaque information and get the margin in between.

(ii) ***Information gap between producers and consumers:*** because consumers generally lack professional knowledge and information of production, processing, transportation, and storage of agricultural food, their judgment is based only on appearance, odor, and simple

information provided on the package. As the ultimate users in the agriculture supply chain, consumers are at a disadvantage.

(iii) ***Information gap between producers and regulators:*** under the chaotic situation where smallholder farmers occupy the Chinese agricultural market, it is difficult for the government to supervise the whole process.

(iv) ***Information gap within regulators:*** the supervision of agriculture supply chain in China lacks continuity. For example, the Ministry of Health (MOH), the Ministry of Agriculture (MOA), the Ministry of Commerce (MOC), and the State General Administration of Quality Supervision (AQSIQ) are all responsible for China's food safety supervision, but these departments are self-contained and setting up corresponding extension agencies at the provincial level (Guangxing, Song, 2012).[23] Under the multi-sectoral segment supervision model, it is likely much more difficult to achieve effective information transfer and quickly problems responsiveness, resulting in misunderstanding and responsibility ambiguous.

(v) ***Information gap between consumers and regulators:*** consumers cannot obtain adequate and timely information because of the delayed release of the agriculture food information. As a result, it is challenging to establish a trust mechanism between users and governors.

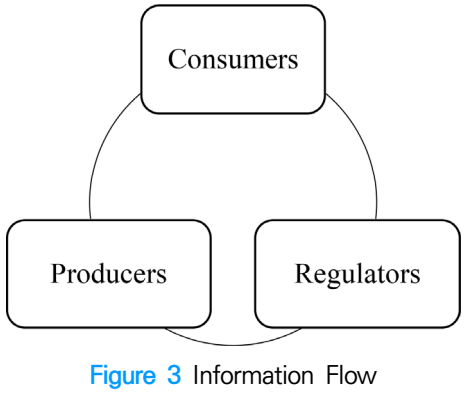


Figure 3 Information Flow

2.2 Key constraints in the upstream and downstream level of ASC

Farmers, processors, distributors, and retailers are all responsible for the agricultural food safety they process or sell. However, along the agricultural supply chain in China, the biggest constraint lays on the upstream level. The agricultural sector in China is highly fragmented, mostly comprised of household farms and small-scale operations, making it difficult to monitor chemical inputs, temperature control and hygiene.

(i) ***Upstream level:*** For the highly segmented and small-scale agricultural production in China, the inefficiency of production record and transfer prevents the wide application of food traceability system. (Dong and Jensen 2004).[24] Besides, to trace and track logistics information from "farms to forks", transportation agencies need to deal with different distributors and wholesalers, (Jiang and Prater 2002)[25] and thus complicated information management systems are required to collect and process logistic links. Finally, many small-scale farms do not consider and meet food safety and quality standards since it is hard for relevant institutions to supervise.

Therefore, an urgent issue for Chinese government to consider is how to link small-scale farmers to domestic and global agricultural supply chain, in the view of dynamic market.

(ii) ***Midstream level:*** There are multiple links in the midstream level, including processing, warehousing, and transportation etc. It is normal for some middlemen to make a difference during the frequent circulation of agricultural products.

(iii) ***Downstream level:*** Because of the inevitable increase in overall costs and risks during the process of traceability, many downstream retailers or wholesalers are less likely to provide consumers with complete and reliable information voluntarily.

3. The significance of applying Blockchain and IoT on ASC traceability system

Current agricultural food traceability efficiency in China is relatively low and cannot meet consumers' demand for green and healthy agricultural products. In the 5G information era, the combination of advanced technologies with ASC traceability system can alleviate current problems in the first place. This section analyzes the positive impact of Blockchain and IoT technology on the ASC traceability system.

(i) ***Cost reduction:*** Under the traditional ASC traceability system, information and data are mainly collected in the central database manually, and thus continuous investment in equipment maintenance is required. By contrast, under the decentralized ASC traceability system based on the Blockchain and IoT mechanism, data can be tracked without the involvement of intermediaries, which can effectively reduce costs.

(ii) ***Security and Accuracy:*** Blockchain and IoT-based ASC traceability system removed middlemen intervention, risks of man-made fraud and counterfeits are highly lowered, and a platform where all members can access with reliability, openness, and transparency is created. Besides, IoT technologies automatically record all information without manual operation, significantly reducing mistakes caused by human factors.

(iii) ***Transparency and Efficiency:*** With the application of blockchain and IoT-based ASC traceability system, all parties in the supply chain can easily access information and collaborate to establish a win-win business strategy. For example, consumers can use their mobile phones to scan the QR code on the package of agricultural food to obtain all the critical information; Regulators can monitor the transmission through third-party agencies and execute responsibility investigation for defective products; Logistics enterprises can fix vehicle routing problems in advance; and retailers can make market demand analysis based on these data.

4. System design: Operating Process

This section starts from a technical point of view and explores how to integrate blockchain and Internet of Things (IoT) technology with the ASC traceability system based on the actual situation in China. The operating process of blockchain and IoT-based ASC traceability system is shown in Figure-3. The whole process is composed of four parts: ASC, Database, Blockchain, and Supervision.

ASC is the entire process from farm to fork. Involved participants in ASC are planters, processors, logistic companies, distributors, retailers, and customers. During the move of agricultural food in the whole supply chain, a large volume of information and data needs to be collected by IoT devices. Methods such as RFID, wireless sensor networks (WSN), QR codes, etc. are used.

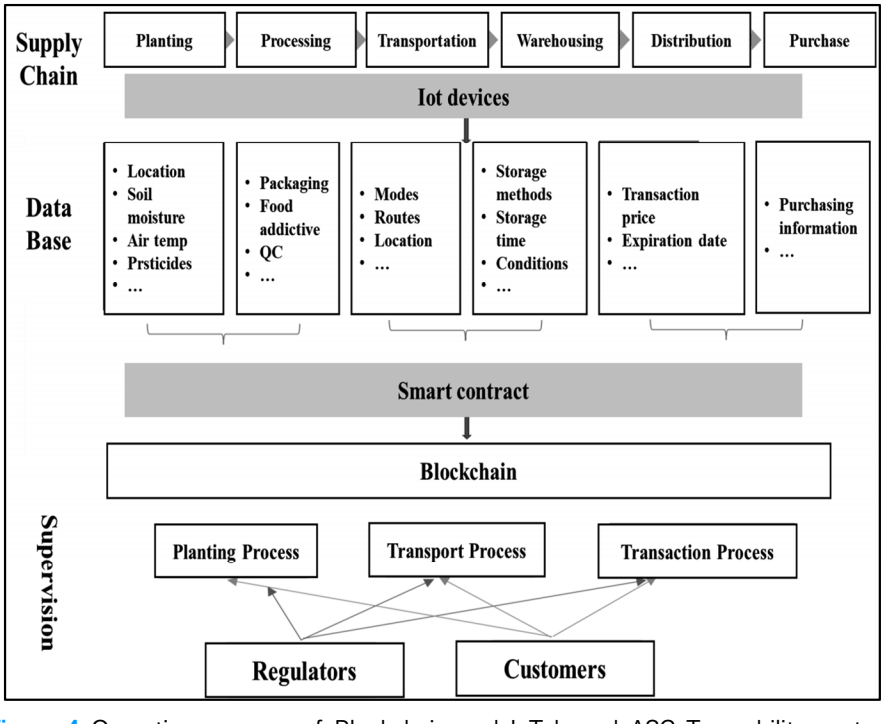


Figure 4 Operating process of Blockchain and IoT based ASC Traceability system

There are various types of agricultural products, including livestock, fish farming, planting, etc. in China, each of them has distinct growth cycles and environmental requirements. This paper takes the fresh vegetables as an example to explain how critical information is collected across the supply chain.

4.1 Operation process at Downstream side

The main participants at the downstream level of ASC are farmers, and IoT technologies including sensors, RDIF and WSN are most frequently used.

(i) ***Purchasing of raw materials:*** at this stage, farmers buy raw materials including seeds, fertilizers from providers. They can use barcode or QR codes to automatically store purchasing information, including details of raw materials, amounts and prices of seeds etc.

(ii) ***Planting Process:*** at this stage, producers collect information automatically and continuously by using sensors, including the number of seeds used, location of the farm, total harvest etc. They can also use WSN to monitor the soil moisture, air temperature, carbon dioxide concertation etc., allowing farmers to adjust planting strategies in time.

4.2 Operation process at Midstream Side

(iii) ***Processing Process:*** the main information collected by the IoT devices includes the location of processing plants, packaging materials, whether using additives, preservatives, disinfection during the processing phase, the amount of product lost during the processing phase, etc. Generally, operators collect information by scanning product labels and store it in the traceability system at this stage.

(iv) ***Transportation and Warehousing Process:*** at this stage, agricultural products will be transported to distributors, retailers, wholesalers, and other entities to realize their

economic benefits. The main information recorded by the IoT devices includes transportation vehicle information, storage location, storage method, warehouse entry and exit time, warehouse handling personnel, etc.

It is worth noting that due to the perishable nature of agricultural products, 3T principle (Time, Temperature, and Tolerance) is required for transportation and storage at this stage, so GIS, GPS are frequently used to calculate the optimal distribution routes and cold chain technologies are used to guarantee the safety and quality of fresh vegetables.

4.3 Operation process at Downstream Side

(v) ***Purchasing Process:*** to ensure the integrity and continuity of the agricultural supply chain, the final distribution process also needs to be recorded. Information at this stage mainly includes selling price, time, location, product shelf life, etc.

After critical information across ASC has been collected automatically by IoT devices and stored in the Cloud database, that information is initiated between the different entities in the supply chain, where the products are exchanged after signing a digital contract that is stored on the blockchain through hand-held tag reader or wireless network. This mechanism guarantees information collected is authentic and accurate.

4.4 Supervision Process

The supervision part is the application level in the overall architecture of this system, which uses Browser/Server technology to realize the trace and track of agricultural products by all participants, mainly governments and consumers.

(i) Consumers can use their mobile phones to scan the smart tags (QR codes, barcodes etc.) on the packaging to obtain the whole history of the products.

(ii) Governors and third-party regulators can monitor the status of agricultural products at any time and take emergency actions to prevent accidents.

5. Key factors during implementation

In practice, there are many obstacles during the implementation of ASC traceability system in China, inducing liability among the participating producers (Breiner, 2007; Schulz & Tonsor, 2010), the reliability of technology (Schroeder et al., 2009), standard limitations (Bosona & Gebresenbet, 2013), the willingness to provide information (Golan et al., 2004), and characteristics of farmers, such as education level, experience and knowledge (Pan,Y, 2021).[26] Most of the difficulties lay on the upstream side.

Considering those problems that China might meet in integrating blockchain and IoT technology with ASC traceability system, the Chinese government should consider the following three aspects:

(i) *Financial support*

Even though the use of blockchain and IoT can reduce operation costs greatly, the investment in IoT devices is very high, which discourages the popularization of advanced technologies in agricultural sections. For example, to reduce the initial investment, many agricultural enterprises narrow the application scope of RFID. [27] Besides, the investment of RFID is mainly from the upstream companies in ASC. According to the Ministry of Agriculture report, the average disposable income of farmers in China was only 17,131 CNY (about 2,657 U.S. dollars) annually in China, while the cost of a cost-effective Smart Farm IoT Kit is around 103 US dollars [28] per month. Therefore, the Chinese government should pay special attention to downstream farmers in impoverished areas.

In addition, the government should also provide financial or tax incentives to support the Blockchain industry. Even though China continuously accelerates the development of blockchain technology, and that China plans to become the world leader in the technology by 2025, there is still a gap between China and other leading economies such as the United States and Europe.

Furthermore, the government should invest in upgrading infrastructure in remote rural areas and accelerating the construction of digital villages. The application of blockchain and IoT is inseparable from the Internet and WiFi. Compared with metropolitan areas, rural areas, especially isolated areas, have a low level of informatization. Therefore, the government should increase investment, respond to the 19th National Congress of the Chinese Communist Party, build a countryside with prosperous industries, livable ecology, civilized rural customs, effective governance, and affluent life.

(ii) *Legislation*

The Chinese government can improve ASC traceability laws in two aspects:

A) *Uniform Standard*: Chinese government should follow ISO blockchain standards and shorten the time needed for the industry to reach a consensus, which can ensure interoperability, generate trust, and eventually promote exportation and improve the international competitiveness of Chinese agri-food exports.

B) *Increase penalties:* Government can establish a "blacklist" for agricultural products certification, companies that repeat fraud and harm the interests of consumers will be blocked, and certification will not be accepted in the short term.

(iii) *Perfect Farmer education System*

Compared with traditional smallholders' mechanism, blockchain and IoT based ASC Traceability system requires agricultural participants to be proficient in using smart devices to connect to IoT platform and carry out data transmission. However, according to the Ministry of Agriculture and Rural Affairs, the average age of China's front-line

agricultural labor force is around 53 with secondary education levels. Most of them have little experience in using smart devices, not to mention state-of-art IoT technologies. Therefore, the government should pay more attention to farmer education and training to improve farmers' overall quality and modern agricultural development capability, which can be done mainly in two aspects:

A) Foster young and high-quality agricultural talents: Apart from the construction of more agricultural schools, the Chinese government should focus more on how to make agriculture more attractive to young generations. Only with young talents could the agricultural industry become more sustainable. It is common in China where even farmers are discouraging their children from entering the agricultural industry because of the economic hardship (income generated from the agricultural sector can only meet basic demand), not to mention young graduates' lack of interest in farming in rural areas. Since 1970s, Chinese leaders have been encouraging agricultural talents to "up to the mountain, down to the countryside"(上山下乡) to help revitalize rural economics. However, this method is not enough to really keep agricultural talents. Authorities should also guarantee and improve the welfare benefits of high-quality talents to help agricultural talents translate theories into practice and to increase the conversion rate of agricultural science and technology.

B) Expand channels for current farmers to receive education: For existing agricultural participants, the Chinese government should promote adult education through establishing agricultural-related elderly universities and organizing farmers to learn advanced technologies and related knowledge to improve their skills.

6. Case Analysis

This section selects a representative company in China: Haier Group for practical

exploration. Haier Group actively responds to national policies and relies on blockchain and IoT technology to make breakthroughs. By analyzing the operation process of Haier Group, this paper provides some practical implications for other companies.

6.1 Introduction to Haier Group

Haier Group is a Chinese multinational home appliance and consumer electronic company. In 2019, based on the "RenDanHeYi"(人单合一) model, Haier Group took advantage of blockchain-powered smart home appliances and released COSMOPlat platform, becoming the latest Chinese giant to ride the blockchain and IoT wave. COSMOPlat is the ecological backbone of Haier, operating as an open industrial internet platform with independent intellectual property rights, making it the first-ever platform for third parties to participate in the entire industrial process. So far, more than 40 farms have cooperated with Haier Group with 140 types of traceable agricultural products and more than ten sales channels.

In 2019, according to "BrandZ 2019 Top 100 Most Valuable Chinese Brands" published by Kantar Group, Haier Group was worth up to 16.272 billion US dollars and had successfully realized the transformation from a home appliance enterprise to an IoT enterprise. In 2020, Haier Group was rated as the "Industry Blockchain and Industrial Supply Chain Excellent Case" in China.

6.2 Operating process of Haier COSMOPlat

Haier integrates all kinds of information, including consumer profile, products, equipment, logistics, and warehousing and technology etc. (Li X et al. 2020) [29] on the COSMOPlat by using IoT devices, allowing consumers to interact with smart home appliances and the whole supply chain process.

Took the smart refrigerator as an example, the whole process of using smart home

appliances is shown below.

(i) ***Purchase:*** choose and pay online

(ii) ***Transportation:*** considering the perishable and vulnerable characteristics of agricultural products, Haier COSMOPlat provides professional cold chain logistics services and transports products home directly.

(iii) ***Track and trace:*** Haier COSMOPlat creates an exclusive Food Safety Code (FSC) for each product, customers only need to use their mobile devices to scan the QR code on the smart refrigerator, then they can trace and track the growing, processing, transportation information of agricultural products they purchased, ensuring the quality and safety of life. If consumers have doubts about the agricultural products they buy, they can communicate directly with producers through this platform. In the ASC, all collected data will be stored in Haier's big data platform as well as on blockchain, solidifying the evidence through the whole process.

To guarantee the authenticity and accuracy of the tracking information, COSMOPlat has connected to China's national platform, where regulatory agencies can access and monitor the whole process at any time.

Besides, under the challenges posed by the outbreak of the COVID-19 Pandemic, COSMOPlat and partners have jointly created epidemic prevention for imported cold chain products. This solution realizes the first implementation of ID resolution in cold chain logistics scenarios based on the international handle system, ID resolution system, and COSMOPlat's own experience in establishing international standards and information security.

(iv) ***Customized recipes:*** according to agricultural products users bought, a smart refrigerator will provide detailed recipes and cooking tutorials.

(v) ***Self-adjustment:*** the recommendation recipes on smart refrigerators can intelligently adjust according to the big data collected during users' daily life, better meet customers'

values.

In conclusion, Haier Group achieves full customization of services from agricultural products purchase to cooking. By integrating ASC with IoT platform, Haier COSMOPlat realizes zero-distance between farm and dining table, driving the rural revitalization, and greatly improving life quality.

6.3 Practitioner implications

(i) ***Alliance and standardization among enterprises***

Haier Group develops a mutually beneficial collaborative model where upstream and downstream companies can jointly access problems that occurred in the supply chain, thus greatly improving the efficiency of traceability mechanism. For example, by optimizing and integrating between raw materials processing companies and logistics transportation companies, Peking Duck sold on COSMOPlat brings profit for both Haier Group and other cooperative enterprises.

Alliance and standardization between related companies are the future trends. The development of blockchain in the ASC traceability system requires the close cooperation and consensus of various companies in the supply chain. Blockchain cannot be achieved upon a single enterprise, but it involves the participation of growers, producers, transporters, and distributors in the traceability process.

(ii) ***Seize the opportunity of building a traceable platform***

Chinese government constantly highlights the importance of applying advanced technologies such as the blockchain in the agricultural sector. Haier Group actively responded to national policies and took advantage of blockchain and IoT technologies to release COSMOPlat, bringing significant benefits.

In 2020, the Chinese central government again emphasized seizing the “Three

Agriculture" sphere(三农政策), including establishing an agriculture and rural village big data center based on existing resources; accelerating the application of modern information technologies to the agricultural sector; and undertaking state rural village digitization trials. Companies should also take the lead in the early stages of the competition and respond to the trend of integrating blockchain and food, enhancing the value of their brands.

Large enterprises with superior financial capabilities should minimize supply chain links, develop enterprises that integrate production, transportation, and sales, and continue to grow themselves to achieve smoother management, fewer disputes between enterprises, and maximized traceability efficiency.

7. Conclusion and Future Tasks

This article proposed a blockchain and IoT-based ASC traceability system, which can create transparent, immutable, and auditable records, greatly reducing operation costs and improving efficiency. Based on the national situation in China, there are many obstacles during the implantation of this system. Thus, the Chinese government needs to start with the following aspects: (i) financial support, (ii) legislation, and (iii) a perfect education system to develop a sustainable ASC traceability system. After the analysis of Haier COSMOPlat, we provide several practical implications for other companies.

Overall, the effective combination of blockchain and IoT technology and the ASC traceability system can guarantee the quality and safety of agricultural products, improve consumer confidence, and accelerate the pace of modernization of agriculture in China. This article emphasis more on theory with little investigation. Therefore, s future works, I plan to focus on a whole supply chain, find the obstacles and complaints of all participants by conducting questionnaires.

Reference

[1] Liu, H. B., Zhang, J. H., Bai, Y. G., Zhang, S. J., & Ding, P. (2013). Impact of different water-saving irrigation technologies on soil temperature of pear orchard [J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 3.

[2] Salin, V. (1998). Information technology in agri-food supply chains. The International Food and Agribusiness Management Review, 1(3), 329-334.

[3] Luo, J., Ji, C., Qiu, C., & Jia, F. (2018). Agri-food supply chain management: Bibliometric and content analyses. Sustainability, 10(5), 1573.

[4] Corallo, A., Paiano, R., Guido, A. L., Pandurino, A., Latino, M. E., & Menegoli, M. (2018, June). Intelligent monitoring Internet of Things based system for agri-food value chain traceability and transparency: A framework proposed. In 2018 IEEE Workshop on Environmental, Energy, and Structural Monitoring Systems (EESMS) (pp. 1-6). IEEE.

[5] Mepham, B. (2012). Ethical analysis of food biotechnologies: an evaluative framework. In Food ethics (pp. 115-133). Routledge

[6] ISO (2007). Traceability in the feed and food chain—General principles and guidance for system design and development. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

[7] Regattieri, A., Gamberi, M., & Manzini, R. (2007). Traceability of food products: General framework and experimental evidence. Journal of food engineering, 81(2), 347-356.

[8] Raikwar, M., Gligoroski, D., & Kralevska, K. (2019). SoK of used cryptography in blockchain. IEEE Access, 7, 148550-148575.

[9] Demestichas, K., Peppes, N., Alexakis, T., & Adamopoulou, E. (2020). Blockchain in agriculture traceability systems: a review. Applied Sciences, 10(12), 4113.

[10] Sultan, K., Ruhi, U., & Lakhani, R. (2018). Conceptualizing blockchains: characteristics & applications. arXiv preprint arXiv:1806.03693.

[11] Zeng, L. Y. (2012, December). A security framework for internet of things based on 4G communication. In Proceedings of 2012 2nd International Conference on Computer Science and Network Technology (pp. 1715-1718). IEEE.

[12] Lei, Y. (2011). The logistics management system of internet of things based on rfid electronic tags. Microcomputer Information, (1), 233-236.

[13] Carbone, Anna & Davcev, Danco & Mitreski, Kosta & Kocarev, Ljupco & Stankovski,

Vlado. (2018). Blockchain based Distributed Cloud Fog Platform for IoT Supply Chain Management. 51-58. 10.15224/978-1-63248-144-3-37.

[14] Lin, J., Shen, Z., Zhang, A., & Chai, Y. (2018, July). Blockchain and IoT based food traceability for smart agriculture. In Proceedings of the 3rd International Conference on Crowd Science and Engineering (pp. 1-6).

[15] Qian, J., Ruiz-Garcia, L., Fan, B., Villalba, J. I. R., McCarthy, U., Zhang, B., ... & Wu, W. (2020). Food traceability system from governmental, corporate, and consumer perspectives in the European Union and China: A comparative review. Trends in Food Science & Technology, 99, 402-412.

[16] Kamath, R. (2018). Food traceability on blockchain: Walmart's pork and mango pilots with IBM. The Journal of the British Blockchain Association, 1(1), 3712.

[17] Salah, K., Nizamuddin, N., Jayaraman, R., & Omar, M. (2019). Blockchain-based soybean traceability in agricultural supply chain. IEEE Access, 7, 73295-73305.

[18] Borah, M. D., Naik, V. B., Patgiri, R., Bhargav, A., Phukan, B., & Basani, S. G. (2020). Supply chain management in agriculture using blockchain and IoT. In Advanced applications of blockchain technology (pp. 227-242). Springer, Singapore.

[19] Demestichas, K., Peppes, N., Alexakis, T., & Adamopoulou, E. (2020). Blockchain in agriculture traceability systems: a review. Applied Sciences, 10(12), 4113.

[20] Zhao, J. C., Zhang, J. F., Feng, Y., & Guo, J. X. (2010, July). The study and application of the IOT technology in agriculture. In 2010 3rd International Conference on Computer Science and Information Technology (Vol. 2, pp. 462-465). IEEE.

[21] Yadav, S., Luthra, S., & Garg, D. (2020). Internet of things (IoT) based coordination system in Agri-food supply chain: development of an efficient framework using DEMATEL-ISM. Operations Management Research, 1-27.

[22] Hong, W., Cai, Y., Yu, Z., & Yu, X. (2018, August). An agri-product traceability system based on iot and blockchain technology. In 2018 1st IEEE International Conference on Hot Information-Centric Networking (HotICN) (pp. 254-255). IEEE.

[23] Guangxing, S., & Tian, T. (2012, August). Study on China's Food Safety Issues and Supervision Platform Based on Credit Management. In Proceedings of the 2012 International Conference on Public Management (ICPM-2012) (pp. 323-334). Atlantis Press.

[24] Dong, F., & Jensen, H. H. (2004). The challenge of conforming to sanitary and

phytosanitary measures for China's agricultural exports.

[25] Jiang, B., & Prater, E. (2002). Distribution and logistics development in China: The revolution has begun. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management.

[26] Pan, Y., Ren, Y., & Luning, P. A. (2020). Factors influencing Chinese farmers' proper pesticide application in agricultural products–A review. Food Control, 107788.

[27] Tian, F. (2018). An information system for food safety monitoring in supply chains based on HACCP, blockchain and internet of things (Doctoral dissertation, WU Vienna University of Economics and Business).

[28] Minh, Q. T., Phan, T. N., Takahashi, A., Thanh, T. T., Duy, S. N., Thanh, M. N., & Hong, C. N. (2017, December). A cost-effective smart farming system with knowledge base. In Proceedings of the Eighth International Symposium on Information and Communication Technology (pp. 309-316).

[29] Li, X., Cao, J., Liu, Z., & Luo, X. (2020). Sustainable business model based on digital twin platform network: The inspiration from Haier's case study in China. Sustainability, 12(3), 936.

Ⅳ

AI기반 고객분석 메커니즘 혁신

- 넷플릭스 사례를 중심으로 -

서주연 · 표정호

AI기반 고객분석 메커니즘 혁신
- 넷플릭스 사례를 중심으로 -

서주연* · 표정호**

메커니즘은 경영 프로세스를 만들어내는데 필요한 논리와 원칙이자 핵심 구동원리이다. 따라서 메커니즘 기반 경영은 바로 이러한 논리와 원칙을 잘 만들어서 기업, 더 나아가서 모든 조직의 시스템에 장착시켜서 경영 프로세스가 체계적으로 이행되도록 하는 경영방식이다. 특히 AI기반 메커니즘은 AI를 메커니즘의 중심에 위치시키고 제반 경영 문제를 AI로 해결하는 것을 말한다. 오늘날과 같은 고객가치창출시대에는 경영 성패가 고객 분석을 여하히 하는가에 달렸다 해도 과언이 아니다. 그러나 고객을 둘러싼 정황이 복잡하고 자료도 비정형적인 것이 많아 정확한 고객 분석을 하는 것이 쉽지 않다. 그런데 최근 이러한 문제를 해결해주는 AI알고리즘이 개발됨에 따라 보다 정치한 고객 분석을 통해 성공스토리를 만들어가는 기업이 늘고 있다. 대표적인 기업이 넷플릭스인데, 넷플릭스가 OTT공룡이 될 수 있었던 것도 고객 분석 메커니즘에서 우위를 차지했기 때문이다. 넷플릭스는 고객이 흘린 조그만 정보도 놓치지 않고 다 수집하고 분석하여 보다 정확하게 고객들의 니즈를 파악하였을 뿐만 아니라 머신러닝을 적용한 AI알고리즘으로 정확한 분석을 하고, 동시에 그것을 추천시스템에 연결하여 차별화된 맞춤형 서비스를 제공하여 큰 성공을 거두었다. 앞으로 넷플릭스가 현재의 규모를 넘어 또 다른 트렌드를 창출하는 기업이 되기 위해서는 고객 분석을 얼마나 새롭게 더 잘 하는가에 달려 있다. 복잡한 소비자의 정황을 더욱 치밀하게 분석하고 기업외부의 비정형자료까지 수집한 한 차원 높은 맞춤형 고객 분석을 선도해 나가면서, 아직 충족되지 않은 고객가치를 창조적으로 찾아나가는 일에 집중해야 한다.

핵심어: 메커니즘 기반 경영전략, 고객분석 메커니즘, AI알고리즘, 넷플릭스

논문 접수일 : 2022년 3월 22일 게재확정일 : 2022년 5월 18일
* 심사 과정에서 유익한 조언을 해주신 익명의 두 심사자님께 진심으로 감사드립니다.

* 서주연, 서울과학종합대학원 연구원, ** 표정호, 순천향대학교 명예교수

1. 서론

메커니즘은 기업을 운영하는 논리, 지켜야 하는 원칙을 말하는데, CEO가 기업을 경영하는 방법에는 두 가지가 있는데, 첫째는 '나를 따르라'는 자세로 깃발을 들고 앞장서서 솔선수범하는 방법이 있고, 두 번째는 기업이 자생력을 가지고 운영될 수 있도록 메커니즘을 구축하고 이 메커니즘이 스스로 기업을 이끌 수 있도록 하는 방법이다. 어느 것이 좋다고 단정적으로 말하기 힘들지만, 일반적으로 기업이 커지고 성숙단계로 접어들면서 기업을 CEO가 개인기로 이끌어가는 첫째 방법보다는 메커니즘으로 이끌어나가는 두 번째 방법이 더 타당하다. 따라서 구체적인 행동을 이끌어내는 전략수립에 앞서 전략의 핵심요소인 주체, 자원, 환경, 메커니즘 중에서 어디에 초점을 둘 것인가를 결정하고, 이에 따른 전략수행 메커니즘을 만드는 메커니즘 구축전략(Mechanism Building Strategy:MBS)이 중요해지고 있다.[1]

주체, 환경, 자원은 경영성과에 간접적으로 영향을 미치는 요소일 뿐, 경영성과를 만들어내는데 직접 관여하는 것은 경영활동의 각 요소를 일정한 유형으로 체계화해서 그 활동이 반복적으로 일어나게 하는 메커니즘이다. 즉 경영 프로세스를 만들어내는데 필요한 논리와 원칙이자 핵심 구동원리인 메커니즘이 경영성과에 가장 직접적인 영향을 미친다고 보겠다. 즉 주체, 환경, 자원으로 구성된 투입을 결합해서 경영성과라는 산출을 이끌어내는 중간단계에 존재하는 것을 경영 프로세스라고 한다면 메커니즘은 이 경영 프로세스를 구성하는 사고의 논리이자 구체적인 행동의 원칙이다.[2] 따라서 메커니즘기반 경영은 바로 이러한 논리와 원칙을 만들어서 기업, 더 나아가서 모든 조직의 시스템에 장착시켜서 경영 프로세스가 체계적으로 이행되도록 하는 경영방식이다.

메커니즘에 대한 연구는 내용 연구와 과정 연구로 나눌 수 있다. 메커니즘 연구의 초창기는 메커니즘을 과정으로 보았다. 메커니즘보다는 SER-M이란 표현을 주로 사용해서 주체, 환경, 자원이라는 내용변수로부터 메커니즘이라는 과정변수가 도출되는 과정을 연구했다. 한편 메커니즘을 내용으로 보는 연구는 메커니즘을 SER과 별도로 존재하는 네 번째 요소라고 보고, 이 요소를 만들어내기 위해서는 SER을 단순히 합치는데 그치는 것이 아니라 SER내부에서 찾을 수 없는 독특한 논리를 찾아야 한다고 보았다. 조동성 교수는 메커니즘을 과정

1 조동성 문휘창, AI시대의 경영전략, 서울 경제경영, 2021
2 조동성 문휘창, 전게서, p129

인 동시에 내용으로 보고 '메커니즘은 프로세스를 반복적으로 일으켜서 유기체의 목적을 달성하려는 주체, 환경, 자원의 동태적 결합원리라고 정의하고 있다.

최근 AI시대를 맞아 메커니즘기반 경영이 새롭게 조명을 받고 있다. 경영학이론의 발전과정을 보면 1910년대에서 1970년대 초반까지 관리시대에서 1973년 석유위기 이후 전략시대로 이전되었다가, 2020년 COVID-19를 계기로 AI시대로 옮겨가는 추세를 보이고 있다. 관리시대에는 주된 관심사가 생산관리에서, 인사조직, 마케팅, 기획관리로 옮겨갔고, 전략시대에도 주된 관심사가 주체기반 경영전략에서 환경기반 경영전략, 자원기반 경영전략, 메커니즘기반 경영전략으로 옮겨가고 있다. 따라서 AI시대에 경영자는 AI중심의 매커니즘, 즉 AI를 경영의사결정의 중심에 둔 메커니즘을 기반으로 경영을 해야 한다.

AI를 바탕으로 한 메커니즘기반 경영전략의 특징은 AI를 메커니즘의 중심에 위치시키고 제반 경영 문제를 AI로 해결하는 것을 말한다. 다시 말하면 인간, 그중에서도 내 판단능력의 한계, 즉 제한된 합리성(Bounded rationality)을 인정하고, AI알고리즘을 통해 나보다 더 나은 결과를 도출할 수 있는 보편적 합리성(Universal rationality)의 가능성을 인정하는 것이다. 이 자세는 자연에 대한 경외심, 사회구성원들에 대한 겸손, 그리고 자신에 대한 열린 마음이 있을 때 가능하다. AI와의 보완적 활동을 통해 경영자는 AI와 경쟁자가 되지 않고 파트너가 되어 자신의 존재가치를 유지하고 상승시킬 수 있다.

오늘날과 같은 고객가치창출시대에는 경영의 성패가 고객분석을 여하히 하는가에 달렸다고 해도 과언이 아니다. 그러나 고객을 둘러싼 정황이 복잡하고 자료도 비정형적인 것이 많아 정확한 고객분석을 하는 것이 쉽지 않다. 그런데 최근 이러한 문제를 해결해 주는 AI알고리즘이 개발됨에 따라 보다 정치한 고객분석을 통해 성공스토리를 만들어가는 기업이 늘고 있다. 따라서 본 연구에서는 AI시대가 초래한 경영환경 변화의 의미를 고찰하고, 이러한 변화를 포용할 수 있는 AI기반 고객분석 메커니즘 혁신방향을 사례분석을 통해 찾아보고자 한다.

2. AI시대 고객분석 메커니즘의 혁신방향

2-1. AI시대가 초래한 경영환경의 변화와 의미

경영혁신은 여러 가지 동인에 의해 일어나지만 크게 3가지 경우로 일어난다. 첫째는 현재의 기업 역량과 목표한 전략 사이에 갭이 있을 경우이고, 둘째는 새로운 목표치가 주어졌을 때이고, 셋째는 급속한 환경의 변화이다. 최근 기업환경이 급속히 바뀌고 있다. 세계적 저성장 기조, 노동인구의 감소, 주 52시간 근무제 시행, 급속한 디지털 및 인공지능화, 밀레니엄 세대의 등장 등이다. 특히 노동인구의 감소와 주 52시간 근무제 시행으로 인력확보가 쉽지 않은데다가 갑작스러운 COVID-19로 인한 비대면화, 재택근무 등으로 인한 노동환경 변화는 기업마다 기존의 업무 프로세스를 혁신하고 재설계하는 경영 메커니즘의 변화를 추구하고 있다.

특히, 2016년 이세돌 선수와 알파고의 바둑대결에서 패한 이후 프로바둑 선수는 기존의 정석과 바둑책 대신 AI를 스승으로 모시면서 공부하기 시작했다. 이러한 현상은 사회 전반적으로 퍼져 나갔고, 기업 경영자들도 AI에 의존하는 비중이 점차 늘어나고 있다. AI가 어떤 단계를 거쳐 발전할 것인가에 대한 예측은 전문가마다 다르지만, AI기술을 공급하는 과학기술계에서는 AI의 발전단계가 양자컴퓨터를 비롯한 기반기술의 발전에 따른 종속변수라고 주장할 것이고, AI프로그램을 활용하는 경영계에서는 소비자가 원하는 방향으로 발전할 것이라고 보고 있다. 조동성 교수는 AI가 기업을 비롯한 시장에서 적극적으로 활용되기 이전에는 기반기술의 종속변수로 봄이 타당하고, 시장에서 AI기술개발에 적극적으로 R&D자금을 제공하는 시점부터는 시장이 주도하는 방향으로 흘러간다고 보고 있다.

지금까지 AI는 AI 1.0: 기계학습(Machine learning)에서 AI 2.0:심층학습(Deep learning)으로 발전해 왔다. 딥러닝은 인간의 뇌신경회로를 모델로 해서 해답을 찾아내는 알고리즘으로 인공신경망을 심층신경망으로 진화시켜 심층학습을 통해 설명력을 대폭 향상시킴으로써 오늘날과 같은 AI시대를 열었다. 딥러닝은 머신러닝을 압도하는 연산능력으로 더욱 정교한 데이터분석은 물론 머신러닝으로는 절대 할 수 없었던 새로운 일, 즉 작곡, 작문, 그림그리기 등 창조적인 것은 물론이고, 과학연구, 전투기 조정, 농사 등 인간이 하던 대부분의 일을 월등히 잘해 내는 단계에 이르렀다. 다만 딥러닝 역시 머신러닝과 같이 은닉층의 내용이 무엇

인가에 대해서는 알 수 없는 블랙박스로 남는 한계가 있지만, 앞으로 전개되는 AI 3.0: 체계학습(System learning) 시대에는 데이터와 해답 사이에 존재하는 규칙까지 알 수 있는 화이트박스 시대가 되어, AI가 제시한 해답을 맹목적으로 따라가지 않고 사전에 활동을 디자인할 수 있게 된다. 이에 따라 판매회사는 고객이 상품을 구매하려는 이유를 사전에 파악하여 고객이 원하는 상품을 제때에 제시하는 고객 맞춤형 서비스 시대에 이르게 된다.

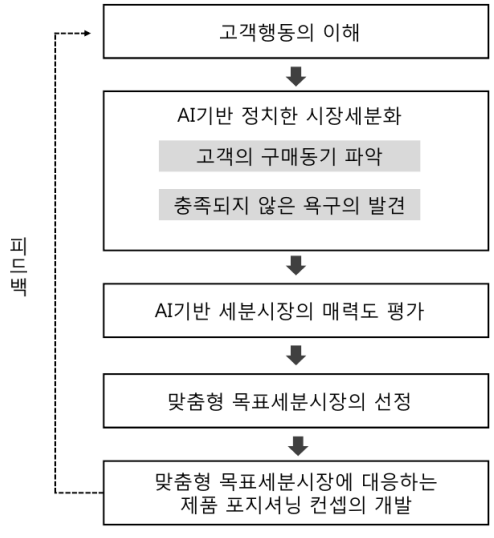
AI전문가들이 아직 AI 3.0 알고리즘을 완전히 개발하지 못하고 있지만, 유럽연합 집행위원회가 2019년 입법예고를 통해 발표한 '인공지능 윤리 가이드라인'을 보면 AI로 처리한 결과가 어떤 과정을 거쳐 결정이 이루어졌는지를 설명하도록 요구하고 있어 조만간 AI3.0시대가 열릴 것으로 예상된다. AI가 압도적인 연산능력과 정교한 데이터분석 능력으로 인간이 필요한 일을 잘 해 내고, 또 그 과정을 논리적으로 잘 설명해 주는 단계에 이르고, 더 나아가 창조적인 역량까지 갖추게 되면 AI와 협업하지 않는 경영자가 설 자리는 많지 않을 것으로 예상된다. 이미 RPA(Robotic Process Automation)도입을 비롯한 많은 부분에서 경영의 디지털화가 이루어지고 있어 블랙박스, 화이트박스 상황에 관계없이 앞으로 경영의 전 부문이 AI기반으로 재설계되지 않을 수 없을 것이다.

2-2 AI시대 고객분석 메커니즘의 변화

기업이 경쟁전략을 개발하려면 소비자가 왜, 언제, 어떻게 구매하고 재화나 서비스를 소비하는가를 포괄적으로 설명해주는 고객분석 메커니즘에 대한 이해가 필요하다. 이를 위해서는 소비자의 복잡한 행동을 이해하는 것으로부터 시작한다. 기업을 둘러싸고 있는 거시적 환경변화를 정확히 파악하고 소비자에 대한 이해를 충분히 해야만 우선 목표시장 선택이 가능하기 때문에 고객 분석의 출발점은 정확한 고객 행동의 이해에서부터 시작한다.

고객 행동에 대한 이해가 끝나고 나면 이를 바탕으로 다음과 같은 세 가지 질문에 대답할 수 있어야 한다. 첫째, 우리의 고객은 누구인가? 우리 기업의 고객을 알기 위해서는 시장을 세분화하고 이를 바탕으로 우리 기업이 만족시키고 있는 고객층을 발견해야 한다. 둘째, 고객이 재화나 서비스를 구매하는 동기는 무엇인가? 제품이나 서비스의 특성 중에서 실제로 고객들에게 중요한 것은 무엇인가? 고객의 현재 구매동기나 앞으로 일어날 구매동기의 변화를 파악하면 우리 제품의 상대적 위치를 평가하는데 매우 유용하다. 셋째, 고객들이 현재의

제품과 서비스에 만족하고 있는가? 즉 고객들이 인식하지 못한 채로 존재하는 충족되지 않은 욕구가 있는가를 살펴봐야 한다. 고객의 충족되지 않은 욕구를 파악하면 그것은 바로 새로운 사업 기회를 발견하게 되는 셈이다.



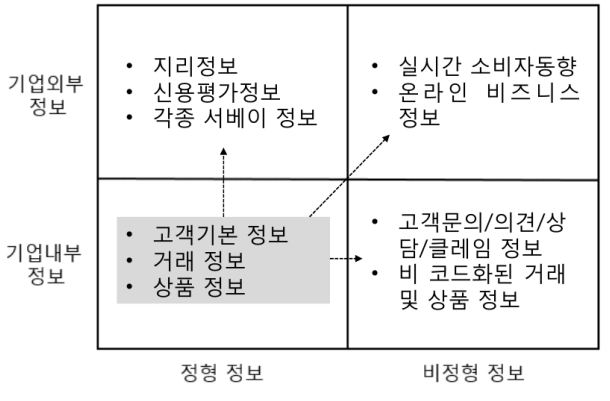
〈그림 1〉 고객분석 메커니즘[3]

전통적으로 고객 분석에서 CRM(Customer Relationship Management)이 주목을 끌어왔다. CRM이란 고객에 대한 정확한 이해를 바탕으로 고객이 원하는 상품과 서비스를 지속적으로 제공하여 고객이 오래 머무르도록 하고, 고객의 가치를 극대화하는 것을 말한다. 이것의 핵심은 먼저 고객에 대한 깊은 통찰력을 바탕으로 고객성향과 라이프 스타일을 이해하고 고객의 기대와 불만을 이해하는 것이다. 다음은 고객에 대한 통찰력을 바탕으로 고객과 지속적인 의사소통을 해서 고객맞춤형 서비스를 제공하고, 궁극적으로 고객만족도 제고 등 고객가치를 극대화하는 것이다.

그러나 환경과 고객의 변화로 기존 고객 분석 및 통찰력에 한계를 가져오게 되었는데, 특히 4차 산업혁명과 함께 AI시대가 도래함에 따라 소비자 니즈의 융합화와 온-오프라인 복합소비가 일반화되고 있다. 또 장소, 행동, 시간 등에 따른 소비의 특화가 일어나고 있고, 소

3 조동성 문휘상, 전게서 p375 그림 7.17을 참고하여 수정 보완함

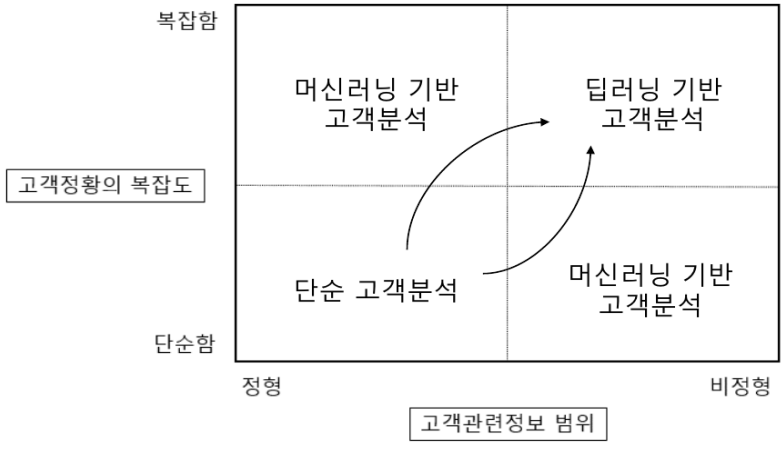
비의 연계화가 심화되어 유비쿼터스(Ubiquitous) 시대를 열고 있다. 시공간 제약을 벗어난 정보 획득과 소비가 일어나 모빌리티가 획기적으로 증가하여 라이프 스타일(life style)과 라이프 스테이지(life stage)에 따른 새로운 세분화 변수가 등장하고 있다. 또한 고객과 기업 간 커뮤니케이션의 사전 사후 행동과 상황에 대한 인지, 활용이 멀티채널로 실시간으로 일어나기 때문에 고객의 니즈, 가치, 구매패턴, 선호도 등 매우 복합적인 정황분석이 실시간 요구된다. 아울러 기업내부의 정형정보 뿐만 아니라 비정형정보, 기업외부의 정보까지 분석함을 요구받게 되어 보다 치밀하고 신속한 고객통찰력이 있어야 한다.



〈그림 2〉 고객관련 정보의 확장[4]

그러나 인간능력의 제약으로 복잡한 정황과 비정형정보까지 고려한 시장분석을 하는 데는 한계가 있었는데, AI기반 고객 분석 알고리즘이 개발되어 이러한 한계와 고민을 해결해 줌에 따라 실시간 고객맞춤형 서비스를 가능하게 하고 있다. 앞으로 AI시대 고객 분석이 나가야 할 방향은 고객행동에 대한 철저한 이해인데, 이를 위해서는 아래 그림과 같이 여러 가지 정황을 복합적으로 고려하고, 정형 비정형 데이터까지 다 분석하는 우 상향 방향이 되어야 하고, 고객 분석이 심화됨에 따라 상응하는 분석수단도 점차 단순한 분석에서 머신러닝 기반 분석, 딥러닝 기반 분석으로 점차 고도화해 나가게 되어, 앞으로 AI기반 알고리즘의 협업 없이는 고객 분석 자체를 수행하기 힘들 것이다.

4 박구, 고객분석에 의한 고객맞춤형 CRM시스템 구축사례, 한국경영과학회 학술대회논문집, 2010 참고



〈그림 3〉 고객 분석 심화와 분석 수단

이하에서는 이러한 방향에서 선구적이고 또 큰 성과를 거두고 있는 넷플릭스 사례를 통해 고객은 누구이고, 고객이 재화나 서비스를 구매하는 동기는 무엇이고, 제품이나 서비스의 특성 중에서 실제로 고객들에게 중요한 것은 무엇이고, 고객의 현재 구매동기나 앞으로 일어날 구매동기의 변화가 파악해서 어떻게 대응하는가를 살펴보고자 한다. 또 하나는 고객들이 인식하지 못한 채로 존재하는 충족되지 않은 욕구를 발견하는 창조적 고객가치 분석을 어떻게 해서 대응해 나가는가를 살펴보고자 한다.

3. 사례분석: 넷플릭스

넷플릭스는 "고객성향 파악을 위한 AI기반 추정기술"로 고객 분석 알고리즘을 구축하여 만춤형 서비스로 시장을 선도해온 기업이다. 기업이 경쟁전략을 개발하려면 소비자가 재화나 서비스를 왜, 언제, 어떻게 구매하고 소비하는가를 포괄적으로 설명해 주는 체계가 필요하다.[5]

5 https://www.asiae.co.kr/article/2021031909451024081, 아시아경제, 2021.03.19

최근 기업들은 보다 정확하게 고객들의 니즈를 분석하기 위해서 빅데이터 수집은 물론 AI를 활용한 다양한 분석과 추천서비스를 시도하고 있다. 이러한 AI 기반 추천서비스의 확산을 이끌어 나가고 있는 가장 대표적인 산업이 인터넷으로 영화, 드라마 등 각종 영상을 볼 수 있는 서비스를 제공하는 OTT(over the top)산업이다. OTT산업의 대표주자인 넷플릭스는 창업 이후 첫 10년간 비디오·DVD 렌탈 시장의 트랜드를 바꾸고 선도했다. 넷플릭스 구독을 이어가게 만드는 힘은 고객의 취향을 정조준 하는 영상추천이다. 넷플릭스는 같은 추천영화라고 해도 보는 사람의 개인 취향에 따라 추천 삽화마저도 다르게 보여주는 철저함까지 꾀하고 있다.[6] 실제로 넷플릭스의 발표에 따르면 전체 영화시청의 75%가 추천을 통해 이뤄지고 이에 따른 만족도도 높다. 그리고 이를 가능하게 했던 것은 AI 및 머신러닝을 활용한 빅데이터 분석과 활용 기술이다.

넷플릭스의 초기 추천 시스템은 콘텐츠에 매긴 별점을 바탕으로 선호패턴을 분석해서 추천해주었으나, 현재는 인공지능 알고리즘을 더해 방식을 고도화했다. 현재 넷플릭스에서 사용하는 알고리즘은 고도화된 협업 필터링이다. 이 필터링은 나와 비교적 취향이 가까운 사용자 집단을 찾아낸 다음, 그들 모두가 좋아하는 작품을 선별하는 것이다. 넷플릭스에서 기본적으로 수집하는 사용자 정보는 좋아요, 시청 시간대, 영상시청 기기, 영상을 시청하거나 되감거나 멈춘 지점, 끝까지 시청하는지 여부이다. 이를 토대로 이용자를 분류한다. 비슷한 시청 패턴을 가진 사람들은 같은 그룹 군에 묶고 이는 사용자 행동 데이터의 기반이 된다. 그리고 영상에 태그를 붙인다. 영화의 특징들이 태그로 붙고 영상에 붙은 태그 정보는 머신러닝을 적용한 알고리즘을 이용해 추천에 활용된다.[7]

아래 자료는 넷플릭스가 고객 성향을 위해서 파악하는 빅데이터의 종류를 보여주고 있다. 구체적으로 이용 고객이 '좋아요'라고 평가한 콘텐츠(ratings), 콘텐츠 이용 기록(watch history), 검색한 콘텐츠(searches), 콘텐츠를 이용하는데 사용한 기기(device), 콘텐츠 정지 시간(program pause time), 다시 재생한 콘텐츠(rewatch program), 콘텐츠의 성격(nature of show), 고객의 신용 평가(credit calculation)에 대한 정보를 모은다. 고객과 관련된 고객이 흘린 조금만 정보도 다 놓치지 않고 수집하는 것이다.[8]

6 함예솔, 넷플릭스, 내 취향 다 아는 이유, 이웃집과학자, 2018.11.12, (http://www.astronomer.rocks/news/articleView.html?idxno=86454, 접속일:2022.01.08)
7 넷플릭스(Netflix)는 어떻게 내 취향을 분석할까?, https://bitnine.tistory.com/380
8 알고리즘이 날 여기로 이끌었다.<유튜브&넷플릭스 알고리즘>

〈그림 4〉 넷플릭스가 고객성향 파악을 위해 수집하는 빅데이터 종류(출처: MUVI)

넷플릭스가 OTT공룡이 될 수 있었던 것은 AI, 머신러닝, 빅데이터 분석을 활용한 개인 맞춤형 추천 시스템이 있었기 때문이다. 넷플릭스가 AI를 활용한 개인 맞춤형 추천 시스템에 집중하고 이를 고도화 시키는 작업에 집중하는 이유는 콘텐츠산업 내에 '90초 법칙'이 있기 때문이다. 넷플릭스에 접속한 사람은 하나의 콘텐츠 이미지에 평균 1.8초를 소비해 시청 여부를 판단하는데, 90초 내 볼만한 콘텐츠를 찾아내지 못하면 이탈하는 것이다. 이런 상황이 반복되면 구독을 해지하게 돼 가입자를 잃는 결과로 이어진다.[9] 이러한 90초 법칙은 OTT산업에서 고객 분석력이 얼마나 중요한지를 알려준다.

넷플릭스의 고객 분석은 아래와 같은 질문들을 통해서 고도화 되고 있다.

1. 콘텐츠를 재생한 이용자 수는 몇 명입니까?
2. 재생한 이용자들 중에서 몇 명이 에피소드를 끝까지 다 보았습니까?
3. 끝까지 시청하지 않은 이용자 중 공통적으로 콘텐츠를 중지한 지점이 있었는가?

https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=28643384&memberNo=10186554

9 김관식, 넷플릭스의 콘텐츠 골든타임, '90초 룰', 2021.01.12(https://ditoday.com/%EB%84%B7%ED%94%8C%EB%A6%AD%EC%8A%A4%EC%9D%98-%EC%BD%98%ED%85%90%EC%B8%A0-%EA%B3%A8%EB%93%A0%ED%83%80%EC%9E%84-90%EC%B4%88-%EB%A3%B0/, 접속일 2022.01.08)

4. 이 콘텐츠 다음으로 시청한 것은 무엇인가?
5. 이용자들이 콘텐츠를 시청하는 시간에는 어떠한 비슷한 패턴이 있는가?

크게 위와 같은 질문들의 백분율에 따라서 넷플릭스에 올라와 있는 콘텐츠가 계속해서 넷플릭스에 있을 가치가 있는지를 평가한다. 위와 같은 평가들로 인해 콘텐츠의 지속적인 인기를 확인했다면, 아래의 질문들을 통해서 고객 한명 한명을 분석한다. 개인의 취향을 분석하기 위해서는 이용자가 남긴 모든 흔적을 수집한다.

1. 이용자의 일시중지, 앞으로 감기, 뒤로 감기, 빨리 감기
2. 넷플릭스를 이용한 시간, 특정 시간 또는 평일, 주말
3. 넷플릭스를 이용하는 장소
4. 어린이, 일반계정 및 기타 프로필과 같이 다중 프로필을 사용하고 있는 사람들에 대해서 각 프로필마다의 시청 콘텐츠
5. 일시 정시를 한 다음에 동일한 콘텐츠를 다시 재생 하는지 여부
6. 즐겨보는 영화의 풍경
7. 한 콘텐츠의 시리즈의 모든 영상을 자동으로 재생하는지 여부

1, 4, 5, 6, 7의 질문을 통해서, 이용자의 취향을 분석하고 이를 기반으로 이용자에게 추천할 콘텐츠와 추천할 콘텐츠의 설명문을 제작한다. 2, 3을 통해서, 콘텐츠 추천 메시지를 전달할 시간 및 장소를 선정한다. 위와 같은 질문들이 서로 교합을 하면서 이용자들의 취향에 맞는 콘텐츠를 이용자들이 자주 이용하는 시간과 장소에서 추천한다.[10]

위와 같은 서비스를 제공하면서, 넷플릭스 폐인(넷플폐인)이라는 말이 생겼다.[11] 이는 평일과 주말의 여가 시간을 모두 넷플릭스 시청에 투자하는 사람들을 일컫는 말이다. 넷플릭스의 추천 알고리즘은 대형 콘텐츠의 입점 및 제작을 통해서 모이는 이용객뿐만 아니라 고객 한명 한명이 이탈하지 않도록 해주고 있다. 인공지능(AI)을 활용한 개인화 마케팅 솔루션 업체 그루비가 발행한 '검색에서 검색 추천으로, 검색 패러다임의 확장'이라는 보고서에서 원

10 Netflix가 분석 도구를 사용하는 방법? 개요, https://alejandrorioja.com/ko/넷플릭스-사용-분석-도구/
11 신지후, "미드 이틀간 25편 완주" 코로나에 늘어나는 넷플폐인, 한국일보 2020.04.21(https://www.hankookilbo.com/News/Read/202004201546398613, 접속일:2022.01.08)

하지 않는 검색 결과를 얻은 고객의 90%는 이탈한다고 보고했다. 이 법칙을 넷플릭스에 적용해보면, 고객이 원하는 콘텐츠를 제공하는 90%의 고객 이탈을 막는다는 것을 볼 수 있다.

넷플릭스 고객 분석의 또 다른 노하우는 협업에 있다. 한국에서만 2021년 9월 기준으로 월 월간활성이용자수(MAU)는 948만 명이다.[12] 이용자 948만 명의 남기는 데이터들의 수는 이용자의 10배 이상이다. 넷플릭스의 데이터 분석은 한 부서가 하는 것이 아니라 전 직원이 협업을 통해서 진행한다. 넷플릭스 직원 수는 2020년 기준 약 6000명 ~ 7000명이다. 그 중에서 300 ~ 400 명이 데이터 전문가이다. 직원의 5%가 데이터 전문가인 것을 넘어, 6000명 ~ 7000명 임직원 모두가 데이터 분석과 관련한 업무에 투입되고 있다. 넷플릭스는 데이터는 어디에나 있다(Data is everywhere)라는 철학을 가지고 있다. 이는 넷플릭스는 전 직원들이 데이터에 관련되어 있으며 직원들이 필요한 데이터를 적기에 적절한 포맷으로 접근할 수 있다는 것을 의미한다.[13][14]

"Netflixed(넷플릭스 당하다)"라는 말이 나올 정도로 넷플릭스의 파급력은 어마무시하다. "Netflixed(넷플릭스 당하다)"는 새로운 비즈니스 모델의 등장으로 기존 비즈니스가 위축되는 현상으로 넷플릭스에 의해 기존DVD대여업체들이 큰 타격을 입은 데서 유래된 말이다. 그러면 넷플릭스도 언젠간 "넷플릭스 당하겠지"라는 예측도 나오고 있다. OTT시장의 성장으로 아마존, 디즈니, 훌루 이외에도 많은 대기업들이 OTT시장에 진출하고 있다. 그 중에서도 넷플릭스는 2020년에 이러한 OTT에 진출한 틱톡을 경쟁사로 언급하기 시작했다.

넷플릭스가 틱톡을 경쟁사로 언급한 것은 틱톡이 인터넷 엔터테인먼트의 유동성을 보여주기 때문이다.[15] 중국 경제 금융 전문 매체 차이신이 인용한 리서치 기관센서타워 집계에 의하면 바이트댄스 산하 틱톡은 전 세계에서 1억 470만 다운로드를 기록하며 전 세계 SNS

12 권하영, 오징어게임 효과, 넷플릭스 한국 월이용자 1000만 육박, 2021.11.21(https://www.ddaily.co.kr/m/m_article/?no=225935, 접속일:2022.01.08)
13 정병준, "오! 재밌겠는데? 나도 몰랐던 취향 추천하는 넷플릭스의 데이터 전략, 사례뉴스 2021.04.29(http://www.casenews.co.kr/news/articleView.html?idxno=4199, 접속일:2022.01.08)
14 공유할수록 커진다-넷플릭스의 오픈 이노베이션, https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=27945789&memberNo=40721833
15 정선미, 넷플릭스, 주요 경쟁사에 中 '틱톡' 첫 언급, 연합인포맥스, 2020.07.23. (https://news.einfomax.co.kr/news/articleView.html?idxno=4099138, 접속일:2022.01.08)

다운로드 1위에 오른 것이다.[16] 이와 같은 기록을 통해서 틱톡의 인기를 확인할 수 있다. 틱톡의 인기는 숏폼(짧게는 15초 길게는 10분 내외의 영상) 시장의 인기를 나타내주기도 한다. 숏폼이 대세인 2021년 현재로서는 과자를 먹듯 짧은 시간에 간단하고 쉽게 즐기는 스낵 컬처 트랜드에 맞는 숏폼 콘텐츠가 시장을 주도하고 있다. MZ세대부터 그 다음 세대까지 숏폼 콘텐츠에 열광하고 있으며 '숏확행'이라는 말까지 등장했다. 넷플릭스도 이러한 시장의 열풍속에 합류하기 위해서 넷플릭스의 클릭을 짧게 스마트폰 비율에 맞춰 보여주는 '패스트 래프(fast laugh)'를 출시했다.

숏폼 영상은 크게 2가지 형식으로 나뉜다. 사용자들이 영상을 제작하는 쌍방향콘텐츠와 제작들이 콘텐츠를 제작해 배포하는 일방향 콘텐츠로 구분된다.[17] 틱톡이 쌍방향 콘텐츠라면 넷플릭스는 일방향 콘텐츠이다. 넷플릭스가 현재의 규모를 넘어 또다른 트렌드를 창출하기 위해서는 새로운 플랫폼을 만들어야 한다. 넷플릭스가 쌍방향 콘텐츠를 제작할 수 있는 플랫폼으로도 성장한다면, 어떠한 영상을 만들 것인지 흥미로울 것이다. 넷플릭스가 보유하고 있는 빅데이터와 AI가 새로운 시장에서는 어떠한 방향성으로 사용될지 또한 지켜봐야 한다.

넷플릭스 고객분석 알고리즘은 한계도 있다. 계속 봤던 유사한 콘텐츠만 계속 추천하고 제공하기 때문에, 일각에서는 어느 순간 볼만한 콘텐츠가 없다고 여겨질 수 있고, 이용자에게 지루함을 줄 수 있다. 또 매끄럽지 않은 한국어 자막 사용으로 이용의 몰입에 방해될 수 있다. 또 넷플릭스는 자체제작 시리즈가 강하다는 장점은 있지만, 다른 유명 라이선스 콘텐츠가 없는 경우가 많고, 국내 유명 예능콘텐츠도 상대적으로 부족하여 넷플릭스 하나만 이용하기에는 부족함이 있을 수 있다. 또 다른 OTT에 비해 상대적으로 가격이 조금 비싼 편이고, 콘텐츠를 제공하는 카테고리 분류가 장르와 인기 순이 뒤섞어 있어 일목요연하게 정리되어 있는 것이 아니라 스크롤을 내려서 살펴봐야 하는 번거로움이 있다. 따라서 넷플릭스의 미래는 이러한 고객요구를 보다 치밀하게 분석하는 AI알고리즘을 개발하여 잘 해결해 나가는가 여부가 관건이라 할 수 있다.

16 백주연, 틱톡, 올해 방문자수 세계 1위...구글 제쳐, 서울경제, 2021.12.23(https://www.sedaily.com/NewsVIew/22VEM21XQN, 접속일:2022.01.08)
17 김수영, 영상도 '빨리 빨리'...커지는 숏폼 시장, '숏확행'을 잡아라!, 한경, 2020.06.28,(https://www.hankyung.com/it/article/202006263785H, 접속일:2020.06.28)

4. 결론

넷플릭스가 OTT공룡이 될 수 있었던 것은 고객분석 메커니즘에서 우위를 차지했기 때문인데, 즉 AI, 머신러닝, 빅데이터 분석을 활용한 개인 맞춤형 추천 시스템이 있었기 때문이다. 넷플릭스는 고객이 흘린 조그마한 정보도 다 놓치지 않고 수집하여 분석하여 보다 정확하게 고객들의 니즈를 파악하고 머신러닝을 적용한 AI알고리즘으로 다양한 분석을 하고 그것을 추천시스템으로 연결하여 차별화된 서비스를 제공하여 큰 성공을 거두었고, 마침내 많은 경쟁업체들을 Netflixed 시켰다.

그러나 넷플릭스 고객분석 메커니즘이 갖고 있는 여러 한계를 극복하고 현재의 규모를 넘어 또 다른 트렌드를 창출하는 기업이 되기 위해서는 새로운 고객분석을 얼마나 잘 하는가에 달렸다고 해도 과언이 아니다. 즉 복잡한 소비자의 정황을 치밀하게 분석하고 기업내부는 물론 외부의 비정형자료까지 수집하여 한 차원 높은 딥러닝 기반 AI알고리즘으로 고객분석을 선도해 나가야 한다. 이제 넷플릭스도 Netflixed 당하지 않기 위해서는 기존의 영역에서 계속 원가우위나 차별화우위를 만들어나가는 것도 중요하지만, 어떻게 충족되지 않은 고객가치를 창조적으로 잘 찾아내는가가 더 중요할 것이다.

참고문헌

김진형 (2020), AI최강의 수업, 매일경제신문사.

박　구 (2010), 고객분석에 의한 고객맞춤형 CRM시스템 구축사례, 한국경영과학 학술대회 논문집.

손민규 (2019), 강화학습/신경망 알고리즘, 위키북스.

조동성 (2014), 메커니즘기반관점, 서울경제경영.

조동성 (2013), 전략경영 5판, 서울경제경영.

조동성, 문휘창 (2021), AI시대의 경영전략, 서울경제경영.

Martin, Donald, Jr. & Andrew Moore, “AI Engineers Need to Think Beyond Engineering”, Harvard Business Review, October 28, 2020.

Simon, H.A. Administrative Behavior- A Study of Decision-Making Process in Administrative Organizations, New York, The Free Press, 1976.

공유할수록 커진다-넷플릭스의 오픈 이노베이션,
https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=27945789&memberNo=40721833
권하영(2021.11.21.), 오징어게임 효과, 넷플릭스 한국 월이용자 1000만 육박,
(https://www.ddaily.co.kr/m/m_article/?no=225935, 접속일:2022.01.08)
김관식(2021.01.12.), 넷플릭스의 콘텐츠 골든타임, '90초 룰',
(https://ditoday.com/%EB%84%B7%ED%94%8C%EB%A6%AD%EC%8A%A4%EC%9D%98-%EC%BD%98%ED%85%90%EC%B8%A0-%EA%B3%A8%EB%93%A0%ED%83%80%EC%9E%84-90%EC%B4%88-%EB%A3%B0/, 접속일 2022.01.08.)
김수영(2020.06.28), 영상도 '빨리 빨리'...커지는 숏폼 시장, '숏확행'을 잡아라!, 한경, URL:
(https://www.hankyung.com/it/article/202006263785H 접속일:2020.06.28.).
넷플릭스(Netflix)는 어떻게 내 취향을 분석할까?, https://bitnine.tistory.com/380
백주연(2021.12.23.), 틱톡, 올해 방문자수 세계 1위...구글 제쳐, 서울경제,
URL: (https://www.sedaily.com/NewsVIew/22VEM21XQN 접속일:2022.01.08.).
신지후(2020.04.21.), "미드 이틀간 25편 완주" 코로나에 늘어나는 넷플폐인, 한국일보
(https://www.hankookilbo.com/News/Read/202004201546398613, 접속일:2022.01.08)
정병준(2021.04.29.), "오! 재밌겠는데? 나도 몰랐던 취향 추천하는 넷플릭스의 데이터 전략,
사례뉴스 (http://www.casenews.co.kr/news/articleView.html?idxno=4199,접속일:2022.01.08)
정선미(2020.07.23.), 넷플릭스, 주요 경쟁사에 中 '틱톡' 첫 언급, 연합인포맥스,
(https://news.einfomax.co.kr/news/articleView.html?idxno=4099138,접속일:2022.01.08)
함예솔(2018.11.12.), 넷플릭스, 내 취향 다 아는 이유, 이웃집과학자,
(http://www.astronomer.rocks/news/articleView.html?idxno=86454, 접속일:2022.01.08)
https://www.asiae.co.kr/article/2021031909451024081, 아시아경제, 2021.03.19.
Netflix가 분석 도구를 사용하는 방법? 개요, https://alejandrorioja.com/ko/넷플릭스-사용-분석-도구/

AI-based customer analysis mechanism innovation

Juyeon Seo
Researcher, Seoul School of Integrated Sciences and Technologies

Jeongho Pyo
Professor Emeritus, Soon Chun Hyang University

Mechanisms are the logic and principles necessary to create management processes and the core driving principles. Therefore, mechanism-based management is a management method that makes these logic and principles well and mounts them into the systems of companies and, furthermore, all organizations so that the management process can be systematically implemented. In particular, AI-based mechanism refers to placing AI at the center of the mechanism and solving all management problems with AI. In today's era of customer value creation, it is no exaggeration to say that management success or failure depends on customer analysis. However, it is not easy to accurately analyze customers because the situation surrounding them is complicated and the data is unstructured. However, with the recent development of AI algorithms that solve these problems, more and more companies are creating success stories through more political customer analysis. Netflix is a representative company, and Netflix was able to become an OTT dinosaur because it took the lead in customer analysis mechanisms. Netflix not only collected and analyzed all the small information leaked by customers to more accurately identify customers' needs, but also analyzed accurately with AI algorithms applied with machine learning, and at the same time provided differentiated customized services by connecting them to the recommendation system. In order for Netflix to become a company that creates another trend beyond its current size in the future, it depends on how well it analyzes customers. It is necessary to focus on creatively finding customer values that have not yet been met, leading to a higher level of customized customer analysis that analyzes complex consumer situations more closely

and collects unstructured data outside the company.

Keywords: Mechanism-based management strategy, customer analysis mechanism, AI algorithm, Netflix

V

제너럴 일렉트릭의 최고경영자 교체와 디지털 전환

조동성 · 이동현

제너럴 일렉트릭의 최고경영자 교체와 디지털 전환*

제1저자/교신저자 조동성(산업정책연구원 이사장)
제2저자 이동현(산업정책연구원 연구원)

요 약

이 사례논문에서는 GE에서 일어난 2001년의 최고경영자 교체, 2010년대의 디지털 전환, 그리고 이 과정에서 이루어진 전략선택과 경영성과를 다루면서 기존 대기업이 AI로 인해서 급변하는 환경에서 선택할 수 있는 전략대안과 인사대안을 비교검토한다. 이 논문은 AI전환에 대해 고민하고 있는 한국의 대기업들에게 다양한 옵션을 제시해주는 동시에 각 옵션의 효과에 대한 시사점을 줄 것이다.

논문 접수일 : 2022.03.08 게재확정일 : 2022.05.18
* 심사 과정에서 유익한 조언을 해 주신 익명의 두 심사자님께 진심으로 감사드립니다.
* 이 논문의 실린 사례의 출발점은 산업정책연구원 이동현 연구원이 산업정책연구원 조동성 이사장과 서울과학종합대학원 김보영 교수의 도움을 받아 작성하여 AI Odyssey에 실린 사례 “GE의 디지털 전환”이다. 이 논문의 일부는 본 학술지에 실린 후에 조동성, 문휘창 공저 “AI시대의 경영전략”에 전재될 예정이다.

1. 서론: 인공지능이 바꾼 세상

2010년대 초반에 딥러닝(Deep learning)기술의 발달로 인한 고성능 인공지능(Artificial Intelligence: AI)의 출현은 모든 기업들을 혼란에 빠뜨렸다. 작은 기업은 AI를 도입하고 싶어도 이에 필요한 인력, 자금 등의 자원이 부족해서 발을 동동 굴렀고, 큰 기업은 AI를 도입하는 경우 버려야 할, 그러나 현재는 가치를 가지고 있는, 큰 자원을 버릴 수 없어서 고민에 빠졌다. 이같이 작은 기업, 큰 기업을 불문하고 기존 기업들은 AI라는 도전 앞에서 전략적 결정에 직면했다.

이로부터 10년 가까이 지난 2021년에 나타난 확실하게 변화는 기업 경영자에게 AI도입이 선택이 아니라 필수라는 것을 확실하게 깨닫게 해주었다. 그동안에 일어난 세계 각국 대기업들의 부침을 바라본 경영자들은 AI에 대해 아무런 결정을 하지 않거나, AI도입을 포기하는 것도 AI에 관한 수동적인 의사결정이고 기업의 미래에 큰 영향을 미친다는 것을 확인했기 때문이다. 이제 우리 기업이 AI도입을 안 하더라도 경쟁기업이 AI도입을 한다면 경쟁관계에 변화가 일어날 수밖에 없게 된 것이다.

AI로 인한 변화의 선두주자인 미국을 보자. 지난 10년 동안 제너럴 일렉트릭(General Electric: GE), 엑슨모빌(Exxon-Mobil), 월마트(Wal-Mart) 등 주로 제조업이나 유통업을 담당하는 기존 대기업들이 시가총액 기준 미국기업랭킹에서 1,2,3등을 놓친 반면, MAGFAT, 즉 마이크로소프트(Microsoft), 애플(Apple), 구글(Google), 페이스북(Facebook), 아마존(Amazon), 테슬라(Tesla)로 이루어진 AI계열 기업들이 2020년 랭킹에서 1-6등을 차지하게 되었다. 중국에서도 주로 대형 국유기업들이 차지하던 대기업 명단의 최상단에 AI기업인 텐센트와 알리바바가 1,2등을 차지하면서 이제 세계는 AI가 피할 수 없는 과제라는 것을 절감했다.

미국과 중국의 AI기업들이 차지하고 있는 위치를 <표 1>은 극명하게 보여주고 있다. 2000년부터 2020년까지의 시가총액 기준 세계 10대 기업을 년도별로 보여주는 이 표에서, 2000년부터 2009년까지 10년간은 마이크로소프트 혼자서 고군분투했다. 2010년부터 2013년까지 4년간은 애플이 참여해서 AI기업 수가 2개로 늘었다가, 구글이 들어온 2014년부터 2015년까지는 3개, 2016년과 2017년에는 아마존과 페이스북이 들어와서 5개, 2018년에는

중국의 텐센트가 들어와 6개, 2019년과 2020년에는 중국의 알리바바가 들어와 무려 7개가 1등부터 7등까지 세계10대기업의 상단을 차지하게 된 것이다.

〈표 1〉 시가총액 기준 세계 10대 기업

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000	GE	Cisco Systems	Exxon Mobil	Pfizer	Microsoft	Wal-Mart	Citigroup	Vodafone	Intel	RDS
2001	GE	Microsoft	Exxon Mobil	Wal-Mart	Citigroup	Pfizer	Intel	BP	Johnson&Johnson	RDS
2002	Microsoft	BE	Exxon Mobil	Wal-Mart	Pfizer	Citigroup	Johnson&Johnson	RDS	BP	BM
2003	GE	Microsoft	Exxon Mobil	Pfizer	Citigroup	Wal-Mart	AIG	Intel	BP	HSBC
2004	GE	Exxon Mobil	Microsoft	Citigroup	BP	Wal-Mart	RDS	Johnson&Johnson	Pfizer	BoA
2005	GE	Exxon Mobil	Microsoft	Citigroup	Wal-Mart	BP	Pfizer Inc	BoA	Johnson&Johnson	HSBC
2006	Exxon Mobil	GE	Microsoft	Citigroup	BP	BoA	RDS	Wal-Mart	Toyota	Gazprom
2007	Exxon Mobil	GE	Microsoft	Citigroup	AT&T	Gazprom	Toyota	BoA	ICBC	RDS
2008	Exxon Mobil	Petrochina	GE	Gazprom	China Mobile	ICBC	Microsoft	AT&T	RDS	P&G
2009	Exxon Mobil	Petrochina	Wal Mart	ICBC	China Mobile	Microsoft	AT&T	Johnson&Johnson	RDS	P&G
2010	Petrochina	Exxon Mobil	Microsoft	ICBC	Apple	BHP Billiton	Wal-Mart	Berkshire Hathaway	GE	China Mobile
2011	Exxon Mobil	Petrochina	Apple	ICBC	Petrobras	BHP Billiton	CCB	RDS	Chevron	Microsoft
2012	Apple	Exxon Mobil	Petrochina	Microsoft	IBM	ICBC	RDS	China Mobile	GE	Chevron
2013	Apple	Exxon Mobil	Berkshire Hathaway	Petrochina	Wal-Mart	GE	Microsoft	IBM	Nestle	Chevron
2014	Apple	Exxon Mobil	Microsoft	Google	Berkshire Hathaway	Johnson&Johnson	Wells Fargo	GE	Hoffmann-La Roche	Wal-Mart
2015	Appl	Exxon Mobil	Berkshire Hathaway	Google	Microsoft	Petrochina	Wells Fargo	Johnson&Johnson	ICBC	Novartis
2016	Apple	Alphabet Inc	Microsoft	Exxon Mobil	Berkshire Hathaway	Johnson&Johnson	GE	Amazon.com	Facebook	Wells Fargo
2017	Apple	Alphabet Inc	Microsoft	Amazon.com	Berkshire Hathaway	Exxon Mobil	Johnson&Johnson	Facebook	JPMorgan Chase	Wells Fargo
2018	Apple	Alphabet Inc	Microsoft	Amazon.com	Tencent	Berkshire Hathaway	Alibaba Group	Facebook	JPMorgan Chase	Johnson&Johnson
2019	Microsoft	Apple inc	Amazon.com	Alphabet Inc	Berkshire Hathaway	Facebook	Alibaba Group	Tencent	Johnson&Johnson	Visa
2020	Microsoft	Apple inc	Amazon.com	Alphabet Inc	Alibaba Group	Facebook	Tencent	Berkshire Hathaway	Visa	Johnson&Johnson

한국에서도 <표 2>에서 보듯이 20년 가까이 삼성전자, 현대차 등이 전통적 기업들이 차지하고 있던 대기업명단에 네이버와 카카오가 2018년부터 들어왔고, 2021년에는 2,3등을 차지하기에 이르렀다. 이제는 20년간 계속해서 1등을 유지한 삼성전자 마저도 과연 AI기업에게 1등을 빼앗길 것인가가 아니라 언제 빼앗길 것인가로 화두가 넘어갔다.

〈표 2〉 시가총액 기준 한국 10대 기업

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000	통천은행우선	Samsung Elec	SK텔레콤	한국통신공사	KEPCO	포항제철	한통프리텔	국민은행	담배인삼공사	외환은행(1우B)
2001	Samsung Elec	SK텔레콤	한국통신공사	국민은행	KEPCO	포항제철	KTF	Hyundai Motors	신한지주	LG전자
2002	Samsung Elec	SK텔레콤	KT	국민은행	KEPCO	POSCO	Hyundai Motors	LG전자	KTF	신한지주
2003	Samsung Elec	SK텔레콤	국민은행	POSCO	KEPCO	KT	Hyundai Motors	LG전자	삼성SDI	Samsung Elec(1우)
2004	Samsung Elec	KEPCO	POSCO	SK텔레콤	국민은행	LG필립스LCD	Hyundai Motors	KT	LG전자	LG카드
2005	Samsung Elec	국민은행	KEPCO	Hyundai Motors	POSCO	우리금융	하이닉스	LG필립스LCD	SK텔레콤	신한지주
2006	Samsung Elec	KEPCO	POSCO	국민은행	신한지주	SK텔레콤	부산은행	하이닉스	Hyundai Motors	KT
2007	Samsung Elec	POSCO	현대중공업	KEPCO	국민은행	신한지주	SK텔레콤	LG필립스LCD	SK에너지	Hyundai Motors
2008	Samsung Elec	POSCO	KEPCO	SK텔레콤	현대중공업	KB금융	신한지주	KT&G	LG전자	KT
2009	Samsung Elec	POSCO	Hyundai Motors	KB금융	KEPCO	신한지주	LG전자	현대모비스	LG화학	LG디스플레이
2010	Samsung Elec	POSCO	Hyundai Motors	현대중공업	현대모비스	LG화학	신한지주	KB금융	삼성생명	기아차
2011	Samsung Elec	Hyundai Motors	POSCO	현대모비스	기아차	LG화학	현대중공업	신한지주	KEPCO	삼성생명
2012	Samsung Elec	Hyundai Motors	POSCO	현대모비스	기아차	LG화학	KEPCO	Samsung Elec우	삼성생명	신한지주
2013	Samsung Elec	Hyundai Motors	현대모비스	POSCO	SK하이닉스	NAVER	Samsung Elec우	기아차	신한지주	KEPCO
2014	Samsung Elec	Hyundai Motors	SK하이닉스	KEPCO	POSCO	Samsung Elec우	NAVER	삼성생명	현대모비스	삼성에스디에스
2015	Samsung Elec	Hyundai Motors	KEPCO	삼성물산	Samsung Elec우	아모레퍼시픽	현대모비스	SK하이닉스	삼성생명	LG화학
2016	Samsung Elec	SK하이닉스	Hyundai Motors	Samsung Elec우	KEPCO	현대모비스	NAVER	삼성물산	삼성생명	POSCO
2017	Samsung Elec	SK하이닉스	Samsung Elec우	Hyundai Motors	POSCO	NAVER	LG화학	Celltrion	KB금융	현대모비스
2018	Samsung Elec	SK하이닉스	Celltrion	Samsung Elec우	Samsung Bio	Hyundai Motors	LG화학	SK텔레콤	KEPCO	POSCO
2019	Samsung Elec	SK하이닉스	Samsung Elec우	NAVER	Samsung Bio	Hyundai Motors	현대모비스	Celltrion	LG화학	POSCO
2020	Samsung Elec	SK하이닉스	Samsung Bio	NAVER	Celltrion	Samsung Elec우	LG화학	삼성SDI	Kakao	삼성물산

전통적 기업과 AI기업간의 경쟁은 이제 한 고비를 넘겼다. 이제 기존기업은 AI를 받아들일까 말까의 문제가 아니라, AI를 받아들이는 방법에 경영의 초점을 모으고 있다.

이러한 기업 중 하나가 제너럴 일렉트릭(General Electric: GE)사이다. 1878년 토마스 에디슨이 설립한 후 2001년 시가총액 6천억 달러를 가볍게 뛰어넘어 미국을 대표하는 기업이 된 GE의 이사회는 2001년 9월 최대실적을 올리면서 명예롭게 은퇴한 잭 웰치(John Welch) 회장의 후계자로 후보 세명을 검토한 후 그 중 플라스틱, 가전 및 의료 사업에서 잔뼈가 굵은 제프 이멜트(Jeff Immelt)를 선택했다. 이멜트는 자신이 GE에서 오래 경험했던 제조업에서 승부를 걸었으나 2009년 2월 부동산 버블이 터지면서 세계 금융위기 속에서 GE의 시가총액이 900억 달러 이하로 떨어지는 수모를 당했다.[1] 그 후 미국 최대기업 자리를 놓고 거침없이 GE에 도전하는 마이크로소프트, 애플, 구글, 아마존 등 AI기업에 밀리면서 이멜트는 과감한 구조조정과 함께 필연의 과제로 다가온 디지털 전환(Digital Transformation: DT)을 어떤 방식으로 진행할 것인가를 두고 고민에 빠졌다. 그의 앞에 놓인 두 갈래 전략대안은 다

1 https://www.youtube.com/watch?v=u3zjmgEaQ2E

음과 같았다.

- 전략대안 1) 기존 핵심사업인 제조분야, 금융분야를 유지하되 이 분야에 AI를 적용한다.
- 전략대안 2) 기존 핵심사업인 제조분야, 금융분야를 과감하게 버리고 AI사업에 뛰어들어 주력사업으로 만든다.

이 사례논문의 독자는 GE가 두가지 전략대안 중 어느 것을 택해야 하는지 판단해보기 바란다. 그 다음으로 이 논문에서 이멜트가 택한 전략이 어떤 결과를 가져왔는지 확인해보자. 이 분석을 통해 독자는 대기업이 디지털 전환에서 성공하기 위한 조건을 찾아낼 수 있을 것이다.

전략 다음으로 이 사례 논문에서 다루고자 하는 주제는 인사, 그 중에서도 인력관리이다. 이 논문은 GE가 디지털 전환이라는 새로운 과제를 성공적으로 달성하는데 필요한 AI인재를 확보하는 구체적 방법이 전략 못지않게 중요한 과제라는 것을 보여준다.

여기에도 GE의 이멜트 회장에게는 두 가지 대안이 있었다.

- 인사대안 1) 내부 인력에게 AI교육을 시킨 다음, 이들에게 기업 전체의 경영권과 투자결정권을 주어 기존 사업을 AI기반으로 환골탈태하도록 한다.
- 인사대안 2) AI를 전공한 젊은 세대를 영입해서 이들에게 기업 전체의 경영권과 투자결정권을 주고 이들이 기존 사업을 구조조정하고 AI 분야에서 창업을 해서 GE의 주력사업을 바꾸는 환골탈태 역할을 맡긴다.

이 두 가지 인사대안을 앞에서 다룬 두 가지 전략대안과 연결해서 생각해보자. 전략과 인사는 서로 독립적인 관계인가, 아니면 불가분의 관계인가? 만일 독립적인 관계라면 GE에게는 네 가지 전략-인사 조합에 대한 옵션이 생긴다.

- 옵션 1) 전략대안1(기존사업 유지)-인사대안1(내부인력 AI교육)
- 옵션 2) 전략대안1(기존사업 유지)--인사대안2(AI전문인력투입)

- 옵션 3) 전략대안2(AI사업 주력화)--인사대안1(내부인력 AI교육)
- 옵션 4) 전략대안2(AI사업 주력화)--인사대안2(AI전문인력투입)

아마도 이 논문의 독자라면 "AI전문인력을 기존사업에 투입하는" 옵션 2와 "내부인력에게 AI교육을 시켜서 AI사업에 주력화하는" 옵션 3이 불가능하지는 않더라도 적절하지 않은 조합이라는 것을 금방 알아챌 것이다. 그렇다면 실제적으로 남는 조합은 옵션1과 옵션4 뿐이다.

세계 최고의 실적을 올려 20세기 최고의 경영자 반열에 오른 웰치에 이어 GE의 회장이 된 이멜트에게는 시가총액을 늘려서 주주수익을 극대화하고, 더 나아가 세계 최대 기업이라는 과거의 GE 위상을 되찾는 것이 필연의 과제일 수밖에 없다. 그러려면 어떤 옵션1과 옵션2 중에서 어떤 목표를 추구해야 할 것인가?

이에 대한 판단은 잠시 유보하고 GE사례를 심층적으로 살펴보면서 GE가 과연 어떤 전략을 선택했을까 살펴보기로 하자.

2. 사례1: GE의 2001년 최고경영자 교체

GE는 토마스 에디슨(Thomas Edison)이 1878년 설립한 전기조명 회사를 모체로 성장한 세계 최대의 글로벌 인프라 기업 중 하나로, 전력, 항공, 헬스케어, 운송 등 다양한 분야에서 사업을 진행하고 있다. GE는 1981년에 취임한 잭 웰치(John F. Welch Jr.) 회장의 지휘 하에 합병, 분할, 재조직 등의 과정을 거쳐 다양한 사업 구조를 정착시켰다. 특히 "1등이나 1등에 가까운 2등 사업만 남기고(Keep only the first and the close second) 나머지 사업은 모두 매각"하라는 웰치 회장의 지침에 따른 GE는 1등이 아니라는 이유로 에어컨 사업에서 퇴출하고 심지어는 창업자 에디슨이 발명한 수많은 제품 중에서도 GE의 출발점이자 구성원의 추억과 향수가 담긴 전구(Electric bulb) 제조사업도 포기했다.

웰치는 전략과 독점을 동의어로 생각했다. 독점 위치를 차지하기 위해서는 경쟁자를 물리쳐야 한다. 포터(Porter)는 독점을 달성하는 방법, 즉 경쟁자에게 이기는 방법으로 '차별화

(Differentiation)'와 '원가선도(Cost leadership)' 라는 두 가지 전략을 제시했고, 이 두가지를 합쳐서 '본원적전략(Generic strategy)'이라고 불렀다. 웰치는 이 중에서 차별화 전략을 선택했다 그 결과 GE는 매출액보다는 높은 수익성을 가져오는 사업을 선택했고, 그 결과 금융산업으로 진출했다. 금융산업 중에서도 GE의 제조부문이 생산한 제품을 리스해주는 사업에 특화한 GE 캐피털(GE Capital)을 만들었고, 이 부문은 GE 전체 이익의 40% 이상을 차지했다. 그 결과 GE는 2001년에 시가총액 6천억 달러를 넘어선 세계 최대기업으로 등극했다.

GE이사회는 20세기 최고의 경영자라는 칭송을 받으면서 2001년에 은퇴할 예정이었던 잭 웰치의 후임으로 세 명의 후보[2]를 1998년부터 무려 3년간에 걸쳐 신중하게 검토했다.

- 제프 이멜트(Jeff Immelt): 2001년 당시 44세. GE경력 18년. 하버드 MBA, 대학에서 미식축구 선수 생활. 기업 마케팅(Corporate Marketing) 분야로 입사해서 주로 전자제품을 다루는 플라스틱 부문(Plastics Division)에서 경험을 쌓은 후, 고객서비스(Consumer Service) 부사장, 마케팅 및 제품관리(Marketing and Product Management) 부사장, 플라스틱 부문 부사장, 메디컬 시스템(Medical Systems) 부문 부사장을 역임했다.
- 로버트 나델리(Robert Nardelli): 52세, 동력시스템(GE Power Systems) 부문 사장. 매출액보다는 수익성을 지상과제로 생각했던 잭 웰치와 같은 경영스타일로 인해 리틀잭(Little Jack)이라는 별명으로 불렸다.
- 제임스 맥너니(W. James McNerney): 51세. 항공기엔진 (GE Aircraft Engines) 부문 사장. 항공기엔진 분야에서 큰 이윤을 창출해서 내외에서 인정받았다.

이멜트가 임명되었을 때 미국 최대의 투자은행인 골드만삭스에서는 이멜트는 메디컬 시스템 부문에서 "성장과 신시장 진출이라는 큰 성과를 올린 사람이었다("He compiled a strong record of generating growth and moving into new markets.")고 평가했다.[3] GE 이사회는 수익성만을 추구하면서 확대와 성장을 포기했던 잭 웰치의 후임으로 (1) 웰치와 반대 성향을 가진 성장지향형 이멜트, (2) 웰치와 완벽하게 같은 성향을 가진 수익지향형 나델리,

2 https://abcnews.go.com/Business/story?id=89020&page=1
3 https://abcnews.go.com/Business/story?id=89020&page=1

(3) 웰치와 비슷하게 수익성을 추구하는 맥너니, 이상 세 후보 중에서 이멜트를 선택함으로써 웰치와 완전히 다른 성장 중심으로 GE의 기수를 돌린 것이다.

3. 사례2: GE의 2010년대 디지털 전환(The GE Digital Transformation)

웰치로부터 회장직을 물려받은 이멜트는 제조업을 강조하면서 GE를 기술 및 에너지 인프라, 기업 및 소비자 금융, 미디어 등 글로벌 인프라, 의료 서비스, 금융 서비스, 정보 및 엔터테인먼트, 환경 기술에 걸쳐 매우 다변화된 사업으로 확장시켰다.[4]

그러나 2008년의 금융위기는 GE의 금융업과 제조업을 동시에 침체에 빠뜨렸다. 특히 GE가 수익성에서 크게 의존하고 있었던 GE 캐피털은 의존도가 높았던 만큼 금융위기 속에서 GE를 더욱 큰 파국으로 몰아넣었다. 2009년 GE의 시가총액이 금융위기 속에서 500억 달러 이하로 줄어든 2009년에는 성장론자 이멜트도 무릎을 꿇을 수밖에 없었다. 그 결과 이멜트는 구조조정을 시작하면서 당시 새롭게 등장한 디지털 전환, 특히 인공지능 분야로의 진출에 승부를 걸었다.

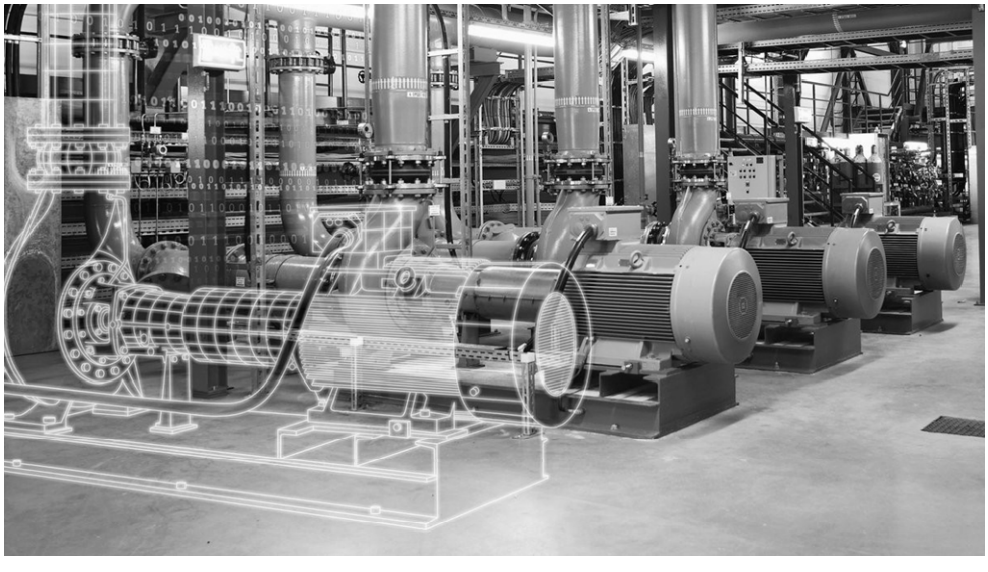
우선적으로 GE는 각종 산업 디바이스들에 의해 수집된 빅데이터 활용과 이를 효과적으로 활용하기 위해서 'GE 디지털 전환(GE Digital Transformation)'이라는 이름으로 변화를 시작했다. 2015년까지만 해도 GE의 기술 담당자들은 비행기 엔진, 기관차, 가스 터빈 등을 분석하기 위해 기기가 작동하는 소리와 계측기 수치를 일일이 점검해야 했다. 그러나, 이러한 인간의 노동력은 인공지능에 의해 대체되었다.[5]

'GE 디지털 전환' 전략의 도입은 시대적으로 뒤쳐지지 않고 세계적인 디지털 소프트웨어 회사로 혁신하겠다는 GE의 목표를 담았다. 이를 위해 GE는 10억 달러를 들여 기계에서 도출되는 데이터를 수집하고 분석하기 시작했다.[6] 나아가 단순히 데이터들을 분석하는 것을 넘어 인공지능을 활용해서 필요한 분석 결과를 도출하는 스마트한 모델과 솔루션들을 내부

4 https://www.joongang.co.kr/article/17817672#home
5 https://www.techm.kr/news/articleView.html?idxno=4116
6 https://www.techm.kr/news/articleView.html?idxno=4116

에서 설계했다.

가장 대표적인 GE의 인공지능 도입 예시로는 '디지털 트윈(Digital Twin)'을 꼽을 수 있다. 디지털 트윈은 GE에서 시작한 개념으로, 기계가 수집하는 센서 정보에 인공지능 및 데이터 분석을 결합한 소프트웨어 코드이다. 디지털 트윈의 목적은 물리적인 설계 대신 소프트웨어로 가장의 설계, 즉 디지털 쌍둥이를 만들어 모의실험을 함으로써 실제 제품을 가동시킬 경우 발생할 수 있는 문제점을 도출해내는 것이다. <그림1>에는 실물 터바인 세 개 왼쪽에 가상적인 터바인을 소프트웨어로 만든 모습이 보인다.



〈그림 1〉 GE의 디지털 트윈(Digital Twin)

출처: https://www.gereports.kr/wp-content/uploads/2016/10/digital-twin.png

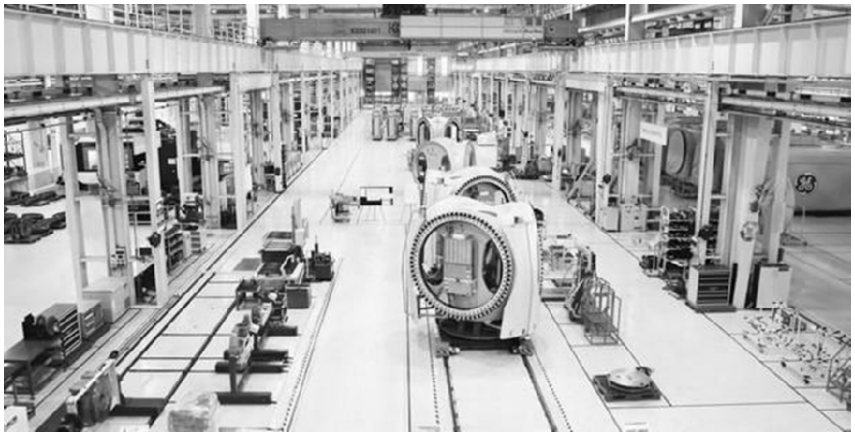
GE는 디지털 트윈을 기반으로 효율성 증대를 실현했다. 기관차, 비행기 엔진, 가스와 풍력 터빈의 마모 혹은 손상을 직원들의 단순하고 오류성이 짙은 가정과 예측이 아닌 실제 센서 데이터를 바탕으로 문제점을 파악해서 실제로 언제 수리가 필요한지 편리하고 빠르게 예측할 수 있게 구성했다. 더 나아가 GE의 디지털 트윈에는 지속적으로 스스로를 업데이트하는 인공지능 기술이 탑재되었다. 때문에 GE의 디지털 트윈이 수집한 데이터가 오염되거나 손상되면 스스로 학습하는 인공지능이 그 공백을 메꾸게 된다. 이렇게 효율적으로 검사를 진

행해서 효율성을 높임으로써 배송 스케줄의 효율적이고 빠른 관리가 가능하게 된 것이다. 특히 GE는 디지털 트윈을 통해 약 160억 달러를 절약했으며 네트워크 디지털 트윈은 최대 30%의 비용 절감, 최대 20%의 계획 시간 단축, 최대 7%의 신규 빌드 및 내부 프로세스 비용 절감 효과를 획득했다.[7]

또 다른 GE의 인공지능 활용 사례는 2013년에 시작된 '프레딕스 플랫폼(Predix Platform)'이다. 프레딕스 플랫폼은 클라우드 기반 인공지능과 빅데이터를 통한 예측 플랫폼으로, 이를 통해 공장 내 생산되는 물건들의 불량률을 대폭 감소시킬 수 있다. 이에 따라 GE는 지속적으로 축적된 데이터를 기반으로 생산의 효율성 증대와 지속적인 진화 계획을 설계할 수 있다. 더 나아가 엔진, 발전소, 공장, 열차등의 기계들이나 시설들을 온라인으로 연결해서 데이터들을 모니터링할 수 있다.[8] 이러한 과정에서 GE는 다른 회사들과의 경쟁에서 차별화를 추구하고 있다.

또한, GE는 스마트 팩토리를 운영해서 제품 생산 프로세스의 자동화와 최적화를 이루어내고 있다. GE는 '생각하는 공장'이라는 미래의 공장을 실현시키는 중이다. 공장 내의 설치 및 생산 기계에 소프트웨어를 결합해서 제품의 설계, 생산, 설치의 방식을 효율적으로 변화시키는 중이다. 기계에 센서를 설치하고, 분석하고 통찰을 얻어 기업의 생산성 향상이라는 궁극적인 목적을 추구한다. GE는 이것을 '디지털 스레드(Digital Thread)'라고 일컫는다. <그림 2>는 디지털 스레드가 이뤄지는 구체적인 사례인 GE의 생각하는 공장(Brilliant Factory)의 모습이다. GE는 생산설비에 인공지능을 결합해서 생산, 설치, 설계의 방식을 효율적으로 변화시키는 중이다.[9]

7 GE의 생각하는 공장이 현실화되고 있다, GE리포트 코리아(gereports.kr)
8 GE산업인터넷 플랫폼, 프레딕스™(Predix™)에 대해 알아야 할 모든 것, GE리포트 코리아 (gereports.kr)
9 https://www.gereports.kr/ge-using-ai-build-powerhouse-knowledge/



〈그림 2〉 GE의 디지털 스레드(Digital Thread)

출처:https://www.gereports.kr/wp-content/uploads/2015/09/brilliant-cb55be60-e1455516064648.jpg

이같이 GE는 스마트 팩토리를 통해서 제품 생산 프로세스를 효율성으로 최적화하면서, 원가 절감을 이루고 있다.[10]

이러한 성공적인 사례들을 만들어 나가기 위해 GE는 기업 내부적으로 빅데이터와 인공지능을 가르치는 온라인 프로그램을 개설해서 전사적 교육과 디지털 과학자 육성을 위한 세미나를 실시하고 있다. 이를 통해 GE의 모든 직원들이 인공지능과 최신 기술에 적응하고 친숙하게 만들기 위해 노력하고 있는 것이다. 이러한 노력의 결과 400여명이 GE의 데이터 분석 과정을 수료했고, 50여명의 과학자들이 디지털 분석 업무로 새로이 배정되었다.[11] 결국 이러한 전 사원의 디지털 전환을 위한 준비와 노력이 새로운 디지털 GE를 이끌어 나가는 원천으로 작용하고 있다.

GE는 과거의 성공에서 멈춰 있는 기업이라는 인식을 탈피하고 4차 산업 혁명과 인공지능 시대를 이끌어가는 대표적인 디지털 기업으로 변신하고자 한다. GE는 디지털 전환이 시대적 변화에 따른 적응을 뛰어넘어, 기업의 미래지향적 발전, 그리고 지속가능성에 필요조건이라는 것을 깨닫고 있다. 그리고 디지털 전환을 성공적으로 이끌어 나가기 위해 가장 중요한 무기가 되는 인공지능 기술의 장착은 이제 선택이 아닌 필수가 되었음을 알고 있다.

10 GE의 생각하는 공장이 현실화되고 있다, GE리포트 코리아(gereports.kr)
11 거대기업 GE는 어떻게 디지털 기업으로 변신했나, 테크M(techm.kr)

4. GE사례3: 전략선택과 경영성과에 대한 평가

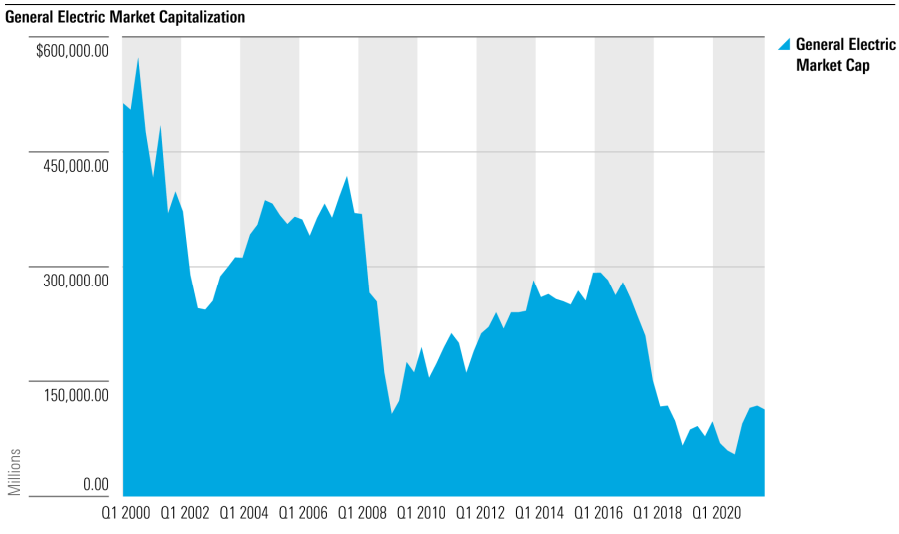
2008년의 금융위기는 GE의 금융업과 제조업을 동시에 침체에 빠뜨렸다. 특히 GE가 수익성에서 크게 의존하고 있었던 GE 캐피털은 의존도가 높았던 만큼 금융위기 속에서 GE를 더욱 큰 파국으로 몰아넣었다. 당시 회장이던 이멜트는 2008년부터 2017년 까지의 10년 동안 나름대로 구조조정을 시작해서 디지털 전환, 특히 인공지능 분야로의 진출에 노력했다. 그러나 그의 노력은 기존 제조업에 AI를 접목하는 활동에 국한되었다. 디지털 트윈, 프레딕스 플랫폼, 디지털 스레드 등의 프로젝트는 제조업의 생산성을 높이는데 성공했지만, 인터넷 세상에서 네트워크를 플랫폼으로 하여 하늘을 날라가는 MAGFAT기업을 따라잡는 목표는 아예 꿈도 꿀 수 없었다.

지속적인 성과부진의 늪에 빠진 이멜트가 2017년 회장직에서 은퇴하면서 바톤을 이어받았던 존 플래너리(John Flannery)는 더욱 큰 수렁에 빠지고 말았다. GE의 시가총액이 2018년에 이르러 600억 달러 이하로 떨어지고, GE는 미국 증권시장의 바로미터인 다우존스 산업평균지수(Dow Jones Industrial Average: DJIA)가 지수산정에 기준으로 삼는 30대 우량기업 리스트에서 2018년 6월 퇴출된 것이다.

플래너리는 2018년 10월 회사 이미지가 나락으로 떨어지는 역경 속에서 다시 로렌스 컬프(H. Lawrence Culp) 회장에게 자리를 물려주었고, 컬프 회장은 과감한 구조조정을 다시 시작하겠다고 선언했다.

그러나 <표3>에서 보듯이 2020년 5월 25일 GE의 시가총액은 432.9억 달러로 떨어져서 2001년에 찍었던 최고점의 7%에 불과하고, 상태가 악화되었던 2009년에 비해서도 1/2밖에 안되는 지경에 이르렀다. 그후 2021년 12월 23일 기준 GE의 시가총액은 다시 1,032.2억 달러로 1년반전에 비해 2배 이상 상승했다.[12] 그러나 이러한 상승은 GE자체의 경영 개선 덕분이 아니라 미국 정부가 코로나 위기 극복의 일환으로 실시하고 있는 재정확대로 인해서 나타난 착시현상일 뿐이라고 전문가들은 말하고 있다.

12 https://compniesmarketcap.com/general-electric/marketcap/



〈그림 3〉 GE 시가총액의 역사적 추이

출처: https://www.morningstar.com/articles/1067123/5-charts-on-general-electrics-fall-from-grace

GE의 2021년 시가총액은 MAGFAT기업 중 가장 작은 페이스북의 1/10도 안되는 수준이다. 그리고 GE의 사업영역은 10년 전과 같다.

우리는 앞에서 다룬 사례로부터 이멜트가 선택한 전략대안과 인사대안에 대해 두 가지 결론을 유추할 수 있다.

첫째, GE는 인공지능, 빅데이터 산업으로 주역사업을 옮기지 않은 채 기존 제조 사업에 AI를 도입하는 "전략대안 1)"을 선택했다.

둘째, GE는 기존 인력에게 AI를 교육시키고 그들에게 경영권과 투자결정권을 주어 기존 사업의 AI화를 추구하는 "인사대안1)"을 채택했다.

이 것은 GE가 실제적으로 선택가능한 전략대안-인사대안 조합의 옵션인 옵션 1(기존사업 유지-내부인력 AI교육)과 옵션4(AI사업 주력화-AI전문인력투입) 중 옵션 1을 선택한 결과다.

옵션 1은 나름대로 GE의 경영성과를 개선하는 역할을 했지만, AI기업으로 시작해서 시

가총액으로 1조 달러를 크게 넘어선 MAGFAT기업들과 비교할 때 역부족인 상황을 가져왔다. 디지털 전환이라는 노력에도 불구하고 GE는 MAGFAT를 따라잡거나 최소한 추격이라도 하는 모습을 보이지 못했다.

그럼 옵션4는 GE에게 실천가능한 전략일까? GE가 1978년부터 무려 143년간 미국을 대표하는 제조기업으로서의 자부심을 버리면서 기존 사업을 포기하는 것이 과연 가능했을까? 역사학에서는 "만약(What if)"이라는 단어가 용납되지 않겠지만 이 사례논문에서 다음과 같은 상황을 가정하고 그 결과를 유추하는 것은 미래를 준비하는 경영자에게 의미 있는 일일 것이다.

- **만약 잭 웰치가 은퇴하지 않고 2010년대에 일어난 AI의 약진을 만났다면 GE는 전략대안 2), 즉 기존 사업을 과감하게 버리고 AI사업을 주력사업으로 만들어서 키웠을까? 만일 GE이사회가 2001년에 이멜트 대신 웰치의 분신이라 할 수 있는 나델리를 선택했다면?**
- **만약 이멜트가 옵션1 대신 옵션4를 선택했다면 GE는 전통에 대한 고정관념을 극복하고 MAGFAT에 준하는, 아니면 그 이상의 성과를 낼 수 있었을까?**

이 두가지 가정적 질문에 대한 답변은 이 사례논문을 읽는 독자에게 맡긴다.

5. 결론: GE사례의 교훈

GE의 인공지능 기술 활용은 차별화와 원가선도라는 두 가지 본원적전략 중에서 차별화 전략만을 추구해온 GE가 이제부터는 차별화전략과 원가선도전략을 동태적으로 결합해서 두 가지 모두 달성하겠다는 전략적 진화로 설명할 수 있다. 그러나 글로벌 대기업으로서 오랜 역사를 지닌 GE가 수십년 선택해온 차별화전략을 포기하고 원가선도 전략을 동시에 추구하기 위해서 변화하고 혁신하는 것은 쉽지 않은 일이다. 특히 사업하는 근본적 방식이라 할 수 있는 본원적 전략의 동태적 결합은 방대한 GE의 규모와 다양한 사업 단위로 인해 어려운

과제가 될 수 있다.

알렉스 모아지드(Alex Moazed)는 GE의 디지털 전환이 성공하기 어려운 원인을 세 가지로 분석하고 있다.[13]

첫째, GE는 디지털 기술(Digital technology: DT)를 기존 사업에 부가하는 추가기술로 보았다. 그 결과 약간의 개선은 일어났지만, 게임의 룰을 바꾸는 수십억 달러에 달하는 혁신(Game-changing, multibillion-dollar innovations)은 달성하지 못했다.

둘째, GE는 GE Digital, GE Software와 같은 내부 조직으로 하여금 혁신을 추구하게 한 결과 큰 조직에 필연적으로 존재하는 관료화된 문화의 벽을 깰 수 없었다.

셋째, GE는 디지털 전환 작업을 수행하는 GE디지털(GE Digital)에게 단기적 이익을 올리는 목표를 부여하고 분기별로 목표달성을 요구했다고 한다(GE Digital was given a P&L and had to make quarterly commitments on performance).

그러나 기업의 사활이 순간적인 결정에 의해 좌우되고 있는 오늘날, GE가 MAGFAT수준의 성과를 보이는 혁신을 추구하지 못했다고 해서 GE를 일방적으로 단죄하는 것이 맞을 것인가? 옵션4를 선택하지 못하고 옵션1을 선택한 GE를 증권가에서는 높은 평가를 하지 않지만, 경영학계에서는 다음과 같이 평가할 수 있을 듯하다.

"이 논문에서 다룬 GE 사례는 디지털 기업으로 변화가 필수화 된 오늘날의 비즈니스 환경에서 기업의 본원적 전략을 동태적으로 혁신해서 성공가능성을 시도하고 있는 대표적인 사례이다. GE가 인공지능의 적절한 활용을 통해 차별화와 원가절감을 동시에 이루려는 시도는 성공 여부를 떠나 많은 기업에게 시사점을 준다."

13 Why GE Digital Failed, Moazed Alex (applicoinc.com)

메커니즘 연구 제2호 (2022. 5.)

발 행 : 메커니즘 경영학회
발행인 : 조동성
사무실 : 서울특별시 서대문구 신촌로 203 7층(대현동, 핀란드타워)
모바일 : 010-7498-8998
이메일 : jmm@ips.or.kr

2022년 5월 31일 인쇄
2022년 5월 31일 발행

인쇄 : 서울경제경영(전화 : 02-313-3682)

Journal of MECHANISM MANAGEMENT

Articles

No. 2 May 2022

Coordination mechanism with interdependency as the mediating variable in coordination: literature research and model building — 1 — Jaeseung YOU, Dongsung CHO

On the success factors of implementing smart factories by small and medium-sized manufacturing companies, AHP Analysis Study -Based on ser-M- — 35 — Taejong KIM, Hosang SHIN

Blockchain and IoT-based ASC Traceability System — 77 — Xinye SHI, Hongli ZHANG, Kichan PARK

AI-based customer analysis mechanism innovation — 105 — Juyeon SEO, Jeongho PYO

General Electric CEO Transformation and Digital Transformation — 125 — Dongsung CHO, Donghyun LEE