한양대학교 기술경영 연구 시리즈 Vol.1
2018. 봄

기술경영의 동향과 시각

한양대학교 기술경영전문대학원 편저



한양대학교 기술경영전문대학원
Graduate School of Technology & Innovation Management

발간사

한양대학교 기술경영 연구 시리즈를 발간하게 되었습니다. 한양대학교 기술경영전문대학원은 2010년 개원 이래 한국의 기술경영 연구와 교육에 중추적 역할을 담당하여 왔습니다.

기술경영학은 기술을 인간, 산업, 사회의 관점에서 활용하는 방안을 연구하는 학문입니다. 보다 구체적으로는, 기술의 변화방향을 예측하는 것에서부터(기술예측, 기술동향분석), 새로운 기술을 찾고 창출하는 방안(기술전략, R&D관리), 기술을 활용하는 방안(벤처창업, 기술사업화, 기술마케팅, 하이테크 마케팅, 지식재산권 전략), 기술경영의 경제사회적 맥락(혁신체제론, 기술관련 규제와 제도, R&D지원 프로그램)에 대한 연구까지 기술경영학의 연구분야는 폭 넓습니다. 4차 산업혁명이 화두가 되며, 가까운 미래에 기술로 인해 산업과 사회는 물론 인간의 삶의 조건까지 급변할 것이라는 예측이 많습니다. 기술경영학의 역할이 더욱 중요해지는 시점입니다.

한양대학교 기술경영전문대학원은 개원 이래 10여명의 교수진과 300명에 이르는 석박사 학생을 배출하며 기술경영학의 다양한 분야에서 깊이있는 고민과 연구를 축적하여 왔습니다. 이러한 고민과 연구를 보다 더 넓게 산업계 및 기술경영 관련자와 공유하고자 기술경영 연구 시리즈를 발간합니다. 본 연구 시리즈는 매년 1~2회 발간을 예정하고 있습니다. 올해는 2018학년도 석사학위를 받은 학생의 캡스톤 보고서 중 우수한 다섯 편을 선별하여 싣습니다.

신기술과 신산업에서의 기술경영 부분에서는 블록체인, 태양광발전, 스마트팜에 대한 연구를 소개합니다. 기존산업에서의 기술경영 부분에서는 제조업의 친환경 서비스화, R&D조직의 창의성에 관련된 연구를 소개합니다.

김명균(지도교수 조대명)은 블록체인이 적용되었을 경우 자본시장과 금융시장이 어떻게 변화할지를 다섯 가지 가상시나리오로 정리한 후 한국의 금융사에 적용 가능한 영역을 전자증권 관리업무, 매매체결업무, 원장관리업무 등 세 가지로 압축하여 제시합니다.

마수진(지도교수 최재영)은 태양광 발전 시설의 급증이 예상되는 가운데, 태양광 발전 시설의 유지보수의 중요성에 주목합니다. 마수진은 특히, 태양광 발전 운영관리(O&M)업에 기계학습 기반 데이터과학을 접목하는 방법이 효과적이라는 주장을 펼치며, 그 가능성을 전문가들의 설문을 통해 타진합니다. 연구결과, 초기시장 진입은 가능할지언정 주류시장 진입은 어려울 것이라는 결론을 도출하고 이를 타개하기 위해 태양광 발전 데이터와 기상데이터의 공개가 필요함을 역설합니다.

박수민(지도교수 정태현)은 스마트 팜(Smart Farm)도입의 활성화를 위해 관련 기술수준의 국가간 비교를 시도합니다. 분석 결과, 스마트팜 관련 특허의 증가추세를 확인하였으며, 미국, 유럽 등의 선진국은 민간주도 기술개발이 활발한 반면 한국은 주로 공공주도로 기술개발이 이루어짐을 밝혔습니다. 또한, 양적인 면과는 별개로 개별 기술의 수준은 아직 한국이 뒤쳐져 있다는 점도 보여줍니다.

조건희(지도교수 김지은)는 제품의 서비스화를 통해 기존 제조업이 변화를 시도하는 지점을 포착합니다. 한국의 3대 타이어 제조기업이 새로이 시도하고 있는 제품-서비스 융합 상품을 해외의 사례에 적용된 바 있는 3차원 분류모델에 대입하여 포지셔닝을 합니다. 분석결과, 친환경 서비스화는 3개사가 모두 상품화를 하였으나 아직은 맹아단계라는 것을 보여줍니다. 또한, 특정 기업이 출시한 타이어 렌탈 서비스의 차별적 요소를 분석적으로 제시합니다.

박종경(지도교수 정태현)은 제조업이 모방형에서 혁신형으로 변화하기 위해 R&D 조직의 창의성 함양이 필요하다는 점에 주목하고 이를 위한 조직관리적 요소를 분석합니다. R&D부서의 연구원 61명을 설문한 결과, 리더의 개방성, 실패를 용인하는 조직문화, 개방적 분위기 등이 조직의 창의적 성과 증진에 중요함을 밝혀냅니다. 새로운 아이디어를 제시할 것을 독려하는 것은 오히려 조직창의성 증진에 역효과를 일으킨다는 결과를 도출한 것은 흥미로운 지점입니다.

부디, 본서를 참조하는 독자들이 이상 다섯 편의 연구를 통해 기술경영의 최근 동향과 새로운 시각에 조금이라도 더 가까워지기를 바랍니다.

2018.3

편집위원장 정태현

한양대학교 기술경영전문대학원 및 산업융합학부 부교수

저자소개



김명균
(주)코스콤

김명균은 2000년부터 18년간 채권 등 금융상품업무 프로그램 개발을 담당해왔다. 현재는 자본시장에서 블록체인을 적용한 사업 분야에 관심을 기울이고 있다.



마수진
KAIST 기술사업화센터

마수진은 대학교에서 정보통신공학을 전공하였으며, IT기술을 실제 산업 현장에 적용하여 사업화하는데 관심을 갖게되어 기술경영전문대학원에 진학하였다. 대학원 재학중에는 혁신 기술 기반의 기술사업화에 집중하여 연구했으며, 졸업 후 KAIST 기술사업화센터에 입사하였다. 현재는 성남시 중소/벤처기업들이 KAIST가 보유하고있는 혁신 기술과 인력을 활용하여 캐즘을 극복하고 글로벌 시장에 진출할 수 있도록 지원하는 업무를 담당하고 있다.

박수민

박수민은 국내외 산업분석을 통한 공공R&D전략기획, 미래유망 기술 발굴 등 연구개발 컨설팅 업체에서 5년간 근무하였으며, 현재 IT기업의 전략사업부 사업기획팀에서 신시장 창출을 위한 기술 기반 사업기획을 위해 노력하고 있다.



조건희
(주)옴니센스

조건희는 2008년부터 무선 솔루션 관련 제품개발업무를 담당하였으며 무선 제품 사업화에 지속적인 관심을 기울이고 있다. 무선통신제조업 분야에서 약 10년간 종사하였으며, 현재는 센서 개발을 통한 기술사업화 관련 업무를 담당하여 IoT융합 서비스 사업에 매진하고 있다.



박종경
미래기업연구소

박종경은 SK Telesys에서 모바일 폰 R&D를 시작으로 National Instruments에서 Field Technical Consulting을 해왔으며 현재는 컨설팅 회사에서 R&D 컨설팅을 하고 있다. 추후 R&D 조직의 조직 문화 정립 및 창의성 측정 표준화 등의 업무를 하고자 한다.

목 차

발간사

저자소개

part 1 신기술과 신산업에서의 기술경영

1. 블록체인 ····· 3
   김명균
2. 태양광 발전 ····· 47
   마수진
3. 스마트팜 ····· 97
   박수민

part 2 기존산업에서의 기술경영

4. 타이어제조업의 그린서비사이징 ····· 147
   조건희
5. R&D조직의 창의성 ····· 185
   박종경

part 1

기술경영의 동향과 시각

신기술과 신산업에서의 기술경영

1. 블록체인

김명균

2. 태양광 발전

마수진

3. 스마트팜

박수민

1

블록체인 기술의 영향 및 국내 자본시장 적용방안 연구

김명균

요 약

블록체인 기술은 거래내역을 분산원장에 기록하고 작업검증(Pow)이라는 절차를 통하여 거래내역의 무결성을 거의 완벽에 가깝게 구현할 수 있는 획기적인 기술이다.

블록체인 기술은 원장을 분산보관하기 때문에 백업에 유리하고 작업 검증 절차에 사용되는 해쉬연산의 결과를 모아 선행거래와 후행거래를 연결하여 데이터의 위변조를 방지할 수 있다. 특히 거래내역을 스마트계약으로 구현하면 전자적 방식에 의한 거래 이행도 확약 가능하다.

골드만삭스, 산탄데르은행 등 글로벌 선도 금융기관은 이 같은 블록체인 기술의 우수성에 눈을 뜨고 청산결제를 비롯한 금융시장 업무에 적용할 방안을 고민하고 있다. 가트너 등 시장조사기관도 블록체인 기술의 가능성을 높이 평가하고 빠르면 2~3년 뒤부터 새로운 시장이 열려 약 10년 뒤에는 시장에 보편적으로 활용될 것으로 전망하고 있다. 이 같은 기대에 블록체인 분야 스타트업에 대한 투자도 활발하다.

블록체인은 그 특성상 분산저장을 위해 금융기관간 공조가 필수적이라 글로벌 투자은행, 거래소, IT전문기관은 R3, Digital Asset Holdings, Hyper Ledger Project 등의 컨소시엄에 참여하여 공동 해법을 찾고 있다.

블록체인 기술은 주식 거래 및 청산 등의 자본시장, 은행간 결제는 물론 에스토니아 사례처럼 국가 디지털 전략으로도 활용될 만큼 가능성이 풍부하다. 때문에 글로벌 컨소시엄이 이끈 기술변화 동향을 꾸준히 주시하여 자본시장에 적용 가능한 모델을 지속 발굴해야 한다.

목 차

■ 요약 ····· 5

제1장 서론 ····· 9

제 1 절 연구 배경과 취지 ····· 9

제 2 절 블록체인 기술의 개념과 특징 ····· 13

제 3 절 블록체인 기술 활용 배경 ····· 21

제2장 본론 ····· 24

제 1 절 블록체인 기술 연구 동향 ····· 24

제 2 절 자본시장 및 금융시장 변화 가상 시나리오 ····· 29

제3장 결론 ····· 40

제 1 절 블록체인 기술의 국내 자본시장 적용방안 ····· 40

제 2 절 향후 연구과제 ····· 41

참고문헌 ····· 46

제 1 장 서론

제 1 절 연구 배경과 취지

최근 미래를 바꿀 혁신적인 기술로 주목받고 있는 블록체인(block chain) 또는 분산원장기술(distributed ledger technology)이 금융시장의 새로운 패러다임으로 등장하고 있다. 2016년 초 스위스 다보스에서 개최된 세계경제포럼(WEF)에서는 4차 산업혁명으로 촉발되는 기술, 정보, 제조, 서비스 등의 연결과 융복합을 기반으로 한 산업 패러다임 변화를 강조하며 4차 산업혁명을 이끌 핵심 기술로 소개되기도 했다. 세계경제포럼에 참가한 전문가 및 고위 경영진을 대상으로 진행한 서베이(survey)결과, 응답자의 50% 이상이 2025년까지 전 세계 GDP의 10% 이상이 블록체인 기반의 플랫폼에서 발생할 것이라고 전망 하였다. 2016년 10월 개최된 세계지식포럼(World Knowledge Forum)에서도 IBM 제임스 윌리스 부사장 등 글로벌 전문가들이 블록체인이 상용화되면 산업, 사회 전반에 혁신적인 변화를 가져올 것이라고 전망하였다.

2015년 9월 시티은행, JP모건 등을 비롯한 22개의 글로벌 은행 및 금융사들은 R3CEV라고 불리는 글로벌 블록체인 연합체를 출범했다. 국내 금융사들 역시 앞 다퉈 블록체인 시장에 뛰어들고 있다. 2016년 5월 KEB하나은행이 R3CEV에 가입했고 신한은행은 2016년 8월부터 블록체인에 금괴 보증서를 기록하는 금괴 거래 서비스를 제공했다. 위 사례처럼 블록체인의 관심이 전 세계적으로 뜨겁다. 이렇듯 현재 블록체인 기술 도입의 움직임은 금융 분야에서 가장 활발하게 일어나고 있다. 신뢰성을 가진 중앙기관 없이 이중지불을 방지하는 블록체인 기술은 금융 거래를 혁신적으로 변화시킬 기

술로 자리 잡아가고 있고, 앞으로도 전 사업에서 다양한 용도로 적용될 것으로 보인다. 골드만삭스, 산탄데르은행 등 글로벌 선도 금융기관은 이 같은 블록체인 기술의 우수성에 눈을 뜨고 청산결제를 비롯한 금융시장 업무에 적용 할 방안을 고민하고 있다.

블록체인 구조는 암호화된 중앙 집중적 정보를 동시에 공유할 수 있게 해준다. 현재 데이터베이스는 논리적으로는 분산되어 있고 물리적으로는 집중화되어 있다. 기업들은 물리적으로 원거리에 데이터베이스를 유지하고 망 주변을 보호하고 있지만 암호화되지 않는 정보를 저장하고 있다. 이로 인해 동일 데이터의 다른 조합을 일치시키기 위해 글로벌 금융서비스 산업에서는 매년 수백억 달러의 비용이 발생하고 있다. 성공적으로 블록체인이 개발되면 금융부문에서 수익이 발생하고 널리 사용되는 금융상품에 대한 가격 인하로 소비자에게 이득이 생길 수 있다.

블록체인은 투명성, 보안성, 효율성 등을 장점으로 기존의 비효율적 시스템을 개혁하고 분산형 기술을 기반으로 한 새로운 비즈니스 모델을 창출할 것으로 보인다. 블록체인이 비즈니스 프로세스에 대한 완전한 해결책은 아닐지라도 다음의 문제들을 해결할 것으로 예상된다.

첫째, 블록체인은 아주 많은 기관 사이에 분산된 트랜잭션을 처리하는 데 특히 유용하다. 그리고 참여자 사이의 암호화 인증을 통해 각 트랜잭션에 대하여 높은 보안성을 제공한다. 분산형 모델이 수십 개 또는 수억 개 자산(자동차, 아파트) 또는 IoT를 아우르게 되면서 안전한 모델에 대한 수요가 커지고 있다.

둘째, 많은 부문에서 공식 기록을 변경하고 위조하는 일이 발생하고 있다. 부패한 정부 관료가 결제액이나 특정 자산 기록을 변경하려는 시도가 한 예다. 블록체인 상에서는 별개의 트랜잭션이 암호화되고 다른 참여자의

승인이 필요한 관계로 기록을 바꾸려는 시도가 있을 때 다른 노드들에 의해 감지될 수 있다.

셋째, 2명 이상의 참여자가 트랜잭션을 수행할 때 참여자들은 각자의 독립된 시스템에 동일한 트랜잭션을 입력한다. 자본시장에서는 거래 주문이 보통 두 거래상대방의 시스템에 입력된다. 두 시스템에 입력된 트랜잭션은 미들오피스 및 백오피스 시스템을 거치는데 여기서 에러가 발생하면 고비용의 대조 프로세스를 수동으로 실행해야 한다. 블록체인 같은 분산형 장부는 이 같은 청산/결제 프로세스를 간소화해 상당한 운영 비용을 줄인다.

최근 세계 유수의 거래소에서는 블록체인이 자본시장에 미치는 영향에 대하여 깊이 있는 논의를 하고 있다.

호주거래소(ASX)에서는 블록체인으로 실시간 결제가 가능해지면 ASX 총 수입의 7%에 달하는 주식 청산 수수료가 사라질 것이라고 예측하고 상대적으로 맞춤 결제서비스, 다양한 데이터 분석 서비스 출시를 통해 청산 수수료 감소분을 만회할 수 있을 것으로 예측했다.

런던거래소(LSE)는 블록체인은 위협이 아닌 기회가 될 것으로 예측했다. 비트코인 트랜잭션은 처리시간이 10분인데 반해 현 시스템은 불과 몇 마이크로초에 지나지 않아 체결/청산 등 유용한 기능들 덕분에 당분간 우세한 지위를 유지하게 될 것이라고 했다.

일본거래소(JPX)는 거래소보다 증권업계가 블록체인의 영향을 크게 받을 것이라고 했으며, 시장 구조상 중개/예탁기관을 없애는 것은 어렵기 때문에 블록체인으로 인한 JPX 입지 변화는 적을 것이라고 했다.

블록체인의 얼리어답터인 나스닥(NDAQ)은 2015년 12월 거래소 최초로 블록체인 플랫폼 Linq를 개발했다. Linq는 사모주식 거래 체결 및 기록에 사용되었으며 서류 혹은 스프레드시트 기반의 사모주식 거래를 자동화함으로

써 오류를 줄이고 투명성을 높였다. 향후 서비스 제공사 및 블록체인 이노베이터 역할을 동시에 수행함으로서 미래 선도 기업으로서의 가능성을 높이고 있다.

글로벌 금융회사의 블록체인 컨소시엄은 금융회사 간 금융거래에 블록체인을 활용하여 빠르고 안전하게 자금을 거래하는 것에 초점을 맞추고 있고, IT회사 중심의 컨소시엄은 기존 시스템에 분산원장 기술을 쉽게 도입하는 방법을 찾기 위한 프로젝트를 진행하고 있다. 국내 금융권 공동 블록체인 컴소시엄은 인증, 자금이체, 무역거래에 블록체인을 활용하는 방안을 검토 중이다.

이와 같이, 여러 컨소시엄이 미래 블록체인 시장에서의 주도권을 잡기 위하여 다양한 연구를 진행하고 있으나, 자본시장에 한 축인 장외시장에서 주식 및 채권 거래 및 청산 등의 자본시장에 적용할 수 있는 블록체인 활용 방안에 대해서는 연구가 미진한 편이다.

본 보고서에서는 금융산업의 관점에서 블록체인기술의 의미와 다양한 시도들을 조사하고, 블록체인 기술로 인해 전반적 금융분야에 어떤 변화가 있을지 생각해 볼 것이다. 또한 블록체인의 특성 및 관련 기술들을 활용하여 분산원장 기반의 장외시장 채권매매 시스템 모델을 제안 한다. 제안 모델은 비상장 증권을 블록체인 플랫폼에 등재 후 거래하기 때문에 거래에 대한 안정성을 확보하며, 거래비용을 절감하고 이상거래 등 오류 가능성을 축소하여 증권 매매업무 효율화하는데 목적이 있다.

이상에서와 같이 전 세계적으로 주목받고 있으며 실험되고 있는 블록체인 기술의 향후 영향 및 국내 자본시장에서 적용할 수 있는 방안을 연구하고자 한다.

제 2 절 블록체인 기술의 개념과 특징

2.1. 블록체인의 개념

블록체인(blockchain)이란 네트워크에 참여한 거래자 모두에게 거래내용을 공개하는 분산형 디지털 장부를 말한다. 2016년 다보스포럼에서는 블록체인 기술을 IOT, 자율주행자동차 등과 함께 떠오르는 10대 기술로 선정하였으며, 향후 세계 은행의 70%가 도입할 것으로 전망했다.

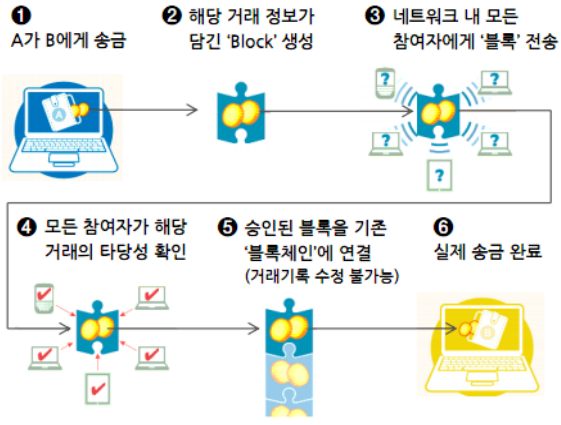
블록체인을 활용하면 신뢰성이 확보된 별도의 기관 없이 분산된 장부인 블록체인을 통해 작동하기 때문에 시스템을 유지하는 비용이 적어 비용절감[1] 효과가 뛰어나고, 원천적으로 해킹을 차단한다는 장점이 있다. 이러한 블록체인의 장점 때문에 금융뿐만 아니라 보험, 공공부문, 미디어 등 전 산업으로 확산중이나, 우리나라의 경우 아직 인력과 기술투자가 부족하여 블록체인 관련 산업이 금융산업에 집중되어 있고, 다양한 분야 확산이 되어 있지는 못하고 초기 단계에 머물고 있다.

블록체인은 디지털 가상 통화로 잘 알려진 비트코인(bitcoin)의 거래기록 저장 기술로 최초 개발되었으며, 위변조에 대한 보안성이 뛰어나 이를 선호하는 네트워크 내 거래 참여자들이 금융 거래에 활용되기 시작되었다. 블록(blok)은 거래건별 정보가 기록되는 단위을 의미하며, 분산되어 있는 블록을 다수가 공유하는 인증과정을 통하여 “연결”시켜 P2P(Peer-to-Peer) 방식의 거래를 가능하게 하는 기술이다.

---

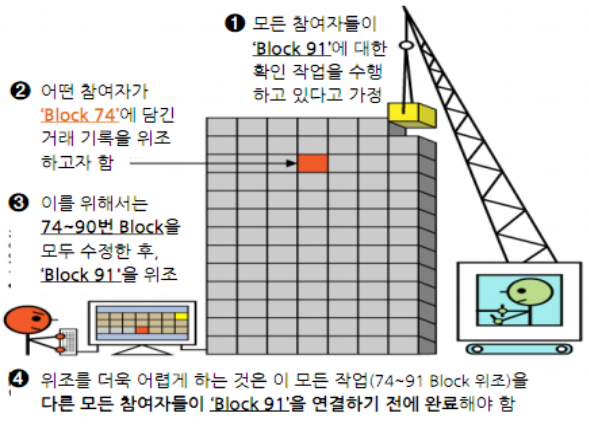
1) IDC에 따르면, 블록체인 기술로 금융업계의 비용절감 규모는 2022년 약 200억달러에 이를 것으로 전망, 기존 시스템 이용시 글로벌 금융기업의 전산비용은 2017년까지 연평균 4.6%증가
‘분산원장 기술의 현황 및 주요이슈(한국은행, 2016년 12월)’에 따르면, 거래소의 경우 연간 881억원, 한국예탁결제원은 190억원 수준의 비용절감 효과가 있다고 한다.

블록체인의 핵심 기술이란, 공개키 암호화와 전자서명을 기반으로 당사자간의 행위 증빙을 요하는 거래내역을 주기적으로 취합하여 블록으로 표현하고, 최초 기준 블록에 순차적으로 덧붙이되, 블록해쉬 값으로 연결한 것을 말한다. 블록체인의 구성요소로는 거래내역, 분산원장, 작업검증 등이 있으며, 온라인 가상화폐 비트코인이 대표적인 사례이다.



자료: FT(2015. 11. 1)

[그림 1-1] 블록체인 작동 프로세스



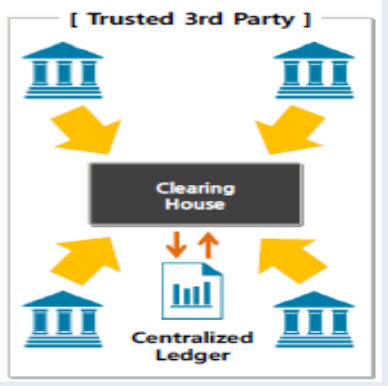
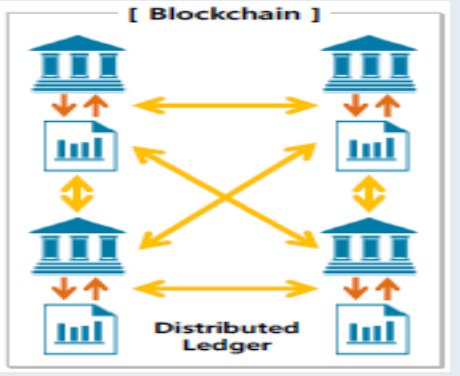
자료: IEEE Spectrum(2015. 7)

[그림 1-2] 블록체인 위조가 어려운 이유

2.2. 블록체인의 거래방식

기존 공인된 제3자를 통한 거래방식과 블록체인 기반 거래방식을 간단히 비교하면 아래와 같다.

[표 1-1] 기존 거래방식과 블록체인 거래방식 비교

구분	기존 전자금융거래	불록체인 기반 전자금융거래
구조		
개념	• 중앙 집중형 구조 • 개인과 '제3자 신뢰기관 (은행,정부 등)'간 거래 • 중앙 서버가 거래 공증 및 거래	• 분산형 구조 • 거래내역이 모든 네트워크 참여자에게 공유 및 보관 • 모든 거래 참여자가 거래 내역을 확인하는 공증 및 관리
특징	• 장점 : 빠른거래 속도 • 단점 : 해킹에 취약, 중앙시스템 보안 위험 및 관리비용 높음	• 장점 : 거래 정보의 투명성, 적은시스템 구축 및 유비보수 비용, 해킹 공격 불가능 • 단점 : 상대적으로 느린 거래속도, 제어의 복잡성

자료 : 블록체인 기술과 금융의 변화(KB금융지주경영연구소,2015.11.25)

2.3. 블록체인의 특징과 종류

블록체인이 주목을 받는 이유는 신뢰되지 않은 네트워크에서 거래정보를 투명하게 공개하여, 다수의 네트워크 참여자가 공개검증을 수행하므로 공증 주체가 필요 없다는 것이다. 또한 기존 시스템의 보안 위협과 이를 보호하기 위해 투자되는 비용 등 단점으로 여겨지는 부분에 대한 보완이 가능하다는 점이 가장 큰 장점이다. 블록체인의 특정에 대하여 살펴보면 아래와 같다.

[표 1-2] 블록체인의 특징

요소	특징
분산성	· 신뢰된 제3자 없이 분산형 네트워크(P2P) 환경에서 거래 가능 · 중앙집중형 시스템 운영, 유지보수 등 필요했던 비용을 절감
확장성	· 공개된 소스에 의해 네트워크 참여자 누구나 구축·연결·확장 가능
투명성	· 모든 거래기록에 공개적 접근 가능 · 거래 양성화 및 규제 비용 절감
보안성	· 거래내역의 장부를 네트워크 참여자 모두에게 공동으로 소유함으로써 거래데이터 조작 방지 및 무결성 보장
안정성	· 분산형 네트워크 구조로서 단일 실패점이 존재하지 않음 · 일부 차감 시스템에 오류 또는 성능저하 발생 시 전체 네트워크에 영향 미미

자료 : 블록체인 개요 및 활용사례(금융보안원, 2015,6,24)

블록체인의 종류는 네트워크 접금 및 증명 작업 참여 권한에 따라 공개형(public), 비공개형(private), 반공개형(regulaged 혹은 consortium) 3가지로 구분된다. 공개형 블록체인은 현재 가장 일반적으로 이용되는 유형으로 개인 또는 중앙기관 등 어떠한 제약사항 없이 블록체인 네트워크에 참여

할 수 있다. 참여자들은 컴퓨팅 파워를 이용하여 거래의 정당성을 입증 할 수 있으며, 네트워크에 참여하지 않지만 애플리케이션을 통해 이용자 거래 시 이용될 수 있다. 비트코인이 가장 대표적인 활용 사례이다. 비공개형 블록체인은 개인화된 블록체인으로써 네트워크에 참여하기 위해서는 한 중앙 기관에 의한 허가가 필요하다. 한 기관에 권한이 부여되어 있으므로, 규칙 변경, 기록 되돌리기 등 기존의 인프라와 유사한다. 또한, 인프라 구축을 위한 비용 절감과 효율성 향상 등의 특징이 존재한다. 나스닥의 비상장 주식거래소 플랫폼인 링크가 대표적 활용 사례이다. 공개형 블록체인과 비공개형 블록체인이 결합된 형태의 성격으로서, 네트워크에 참여하는 것은 자유로우나 미리 선정된 참여자에 의해서 제어된다. 다수의 참여자에게 권한을 부여하여 각 참여자의 동의에 의해서 거래를 기록하도록 한다. 일반 이용자에게는 기록을 열람할 수 있도록 권한을 부여 할 수 있지만, API를 통해 특정 대상에게만 공개할 수도 있다. 일부 기업이나 기관 등의 협업을 위해 컨소시엄을 구성하는 모델이 이에 해당 될 수 있다.

[표 1-3] 블록체인 유형별 특징

요소	퍼블릭	프라이빗	컨소시엄
관리 주체	모든거래참여자 (탈중앙화)	한 중앙기관이 모든 권한 보유	컨소시엄에 소속된 참여자
거버넌스	한번 정해진 법칙을 바꾸기 매우 어려움	중앙기관의 의사결정에 따라 용이하게 법칙을 바꿀 수 있음	컨소시엄 참여자들의 합의에 따라 상대적으로 용이하게 법칙을 바꿀수 있음
식별성	익명성	식별 가능	식별 가능
중요 특징	• 최초의 블록체인 활용 사례 • 인터넷을 통해 모두에게 공개 및 운용 • 컴퓨터를 통해 누구든 공증에 참여가능 • 네트워크 확장이 어렵고 거래 속도가 느림	• 개인형, 기업형 개인화된 블록체인 형태 • 많은 데이터 처리량 수행이 필요한 단일 기업 솔루션에 적합 • 거래수행을 위해 디지털 화폐를 이용하지 않음	• 주체들간 합의된 최적화된 규칙을 통해 공증 참여 • 네트워크 확장이 용이하고 거래속도가 매우빠름 • 거래 수행을 위해 디지털 화폐가 이용되지 않음
대표적 검증 알고리즘	PoW(Proof of Work) PoS(Proof of Stake)		Consensus-by-bet
활용 사례	Bitcoin, Ethereum	Linq	R3,CEV, Tendermint 등

자료: 금융권 블록체인 활용방안에 대한정책 연구 (금융보안원, 2016)

2.4. 금융 거래 모델에서의 블록체인 기술의 특징

“블록체인 기술 = 분산원장[2](Distributed Ledger)" 이라는 인식이 만연해 있는데 실은 분산원장 구현에 블록체인 기술이 활용되는 것이라고 할 수 있다. 분산원장 구현 관점에서 비트코인 아키텍처를 그대로 재활용하거나 또는 블록체인의 요소 기술을 응용하여 독자 아키텍처 설계가 가능하다.

금융 거래 모델에서의 블록체인 기술의 특징은 다음과 같다.

첫째, 금융거래 데이터가 전 세계 서버에 자동백업, 멀티백업되며 장애 복구가 탁월하다.

둘째, SHA256 등의 해쉬함수를 이용한 위변조 방지기능이 강력하다. 거래내역과 함께 거래내역에 대한 고유 해쉬값을 보관하기 때문에 한 건만 조작하더라도 모든 후속 거래의 해쉬값이 모두 불일치하게 된다.

셋째, 공개키 암호화 기술을 이용한 전자서명으로 부인 방지가 가능하다. 공개키 암호화 방식의 전자서명은 당사자만 확인 가능하기 때문에 거래내역 부인방지용으로 인터넷뱅킹 등에도 널리 쓰이고 있다.

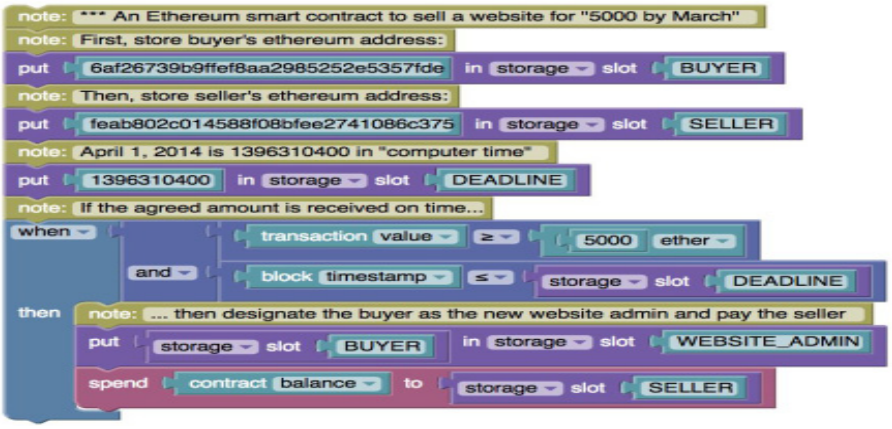
넷째, P2P 분산보관, 위변조 난이도 고도화 등으로 장애나 침해사고[3]에 대한 기술적 잠금장치나 선제적 대항력을 강화했다.

다섯째, 계약이행 조건을 수식으로 보관 후 강제집행이 가능하다. 계약이행조건을 블록체인의 거래내역부에 프로그램으로 구현하여 저장하고, 이행조건이 충족되면 미리 작성한 프로그램을 구동하여 계약에 따른 이행 약조 사항을 자동 강제 집행 가능하다. 이와 같은 스마트계약 예시로 “2017

2) 분산원장은 각 기관이 독자적으로 보관하던 회계적 거래내역을 여러 기관의 서버에 분산 저장하는 개념으로 R3 등의 컨소시움이 구체적 모델 개발을 위한 PoC 시행

3) 침입 가능성을 완전 배제할 수는 없으나 악의의 침입자가 선의의 노드간에 생성하는 해쉬값 연산능력을 능가할 확률은 거래가 장기적으로 누적될수록 꾸준히 더 낮아지면서 산술적으로는 0에 수렴하는 수준

년 3월 이내에 대금 5,000 단위에 웹사이트를 매매한다는 계약서로 시일내에 대금이 입금되면 자동으로 소유권 이전됨" 을 들 수 있다.



[그림 1-3] Blockchain, A new disruptin in financial services

출처 : IBM

이상 5가지 특징에도 불구하고 최근 금융 거래 모델의 두 가지 측면에서 변화 양상을 보이고 있다.

첫째, 기존 비트코인 방식의 문제점이 제기된다. 불특정 서버에 저장하는 방식은 고객 정보를 보호할 금융기관 입장에서는 적절치 못하다는 것이다.

둘째, Permissioned 블록체인 개념이다. 불특정 서버에 거래내역이 전송되는 비트코인 방식과 달리 최근에는 관리적 효율을 높이기 위하여 허가된 서버간에만 거래내역을 주고 받는 Permissioned 블록체인 방식이 논의되고 있다. 거래소, 예탁기관, IT서비스회사, 감독기관, 은행 등으로만 구성된 사설 네트워크 구성이 그 예이다.

제 3 절 블록체인 기술 활용 배경

3.1 글로벌 선도 금융기관 견해

골드만삭스는 탈중앙화(De-centralized), 암호 기반, 위변조 방지 등이 우수하여 중개인의 개입이 전혀 필요 없어서 빠르고 저렴하고 안전한 서비스 개발에 유리하다고 판단한다. 활용 분야로 뱅킹, 지급결제, 청산결제, 소유권 증명 등 다양한 분야에서 분산원장이 활용될 것으로 예상한다. 중개인이 배제되기 때문에 해킹, 부패 금융사고 방지에 유리하고 수작업 자동화하여 시간 절감 가능할 것으로 보고 있으며, 거래상대방리스크를 줄이고 정확한 실시간 익스포저 파악에 용이할 것으로 예상한다. 또한 전 세계 현물 주식시장에서만 연간 110~120억 달러 절감(미국에서만 90억 달러)하고, 자금세탁방지 부문에서 30~50억 달러 절감할 것으로 예상한다.

산탄데르[4] 은행에서는 블록체인 기술에 의한 국외 결제, 증권 거래, 규제, 컴플라이언스 관련 비용으로 연간 150~200억 달러를 절감할 것으로 추정한다. 스마트계약으로 청산 업무 자동화가 가능할 것이며, 투명성이 강화되고 리스크를 줄일 수 있다고 판단한다. 투명성 강화로 정보의 비대칭성 제거 및 기초자산 가치 실시간 평가가 가능하고 거래 당사자 간의 실시간 직접 결제로 기존 수 영업일 소요되던 업무를 수 초~수 분 이내에 처리하여 리스크 경감이 가능하다고 예상한다.

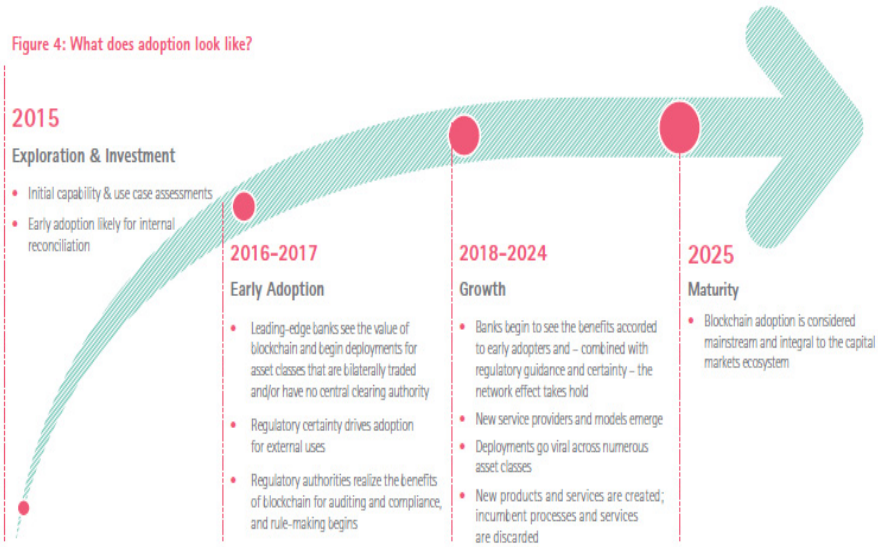
씨티은행은 블록체인 기반 新비즈니스 모델이 기존 프로세스를 효율화하여 투자은행에게 비용절감의 기회가 생길 것으로 전망한다. 예상 활용 분야로 청산결제 부문을 언급한다. 업무 효율화로 청산기관이나 신탁기관에

4) 1857년 설립된 스페인 은행으로 유럽의 대표 은행이다. 소매금융을 주력으로 하고 있으며, 유럽 외 브라질 및 중남미에서 강세를 보이고 있다.

지불하던 비용이 절감되어 투자은행들이 비용 절감의 혜택을 입을 것으로 본다. 또한 탈중앙화, 프로그래밍 내재화, 복제 가능성 차단 등의 장점에 관심을 가지고 있다.

3.2 글로벌 컨설팅 기관 견해

Accenture에서는 2016년 10대 도전과제로 선정하였고, 2017년까지의 탐색전 이후 2018년부터 본격 시장 형성될 것으로 전망하였다.

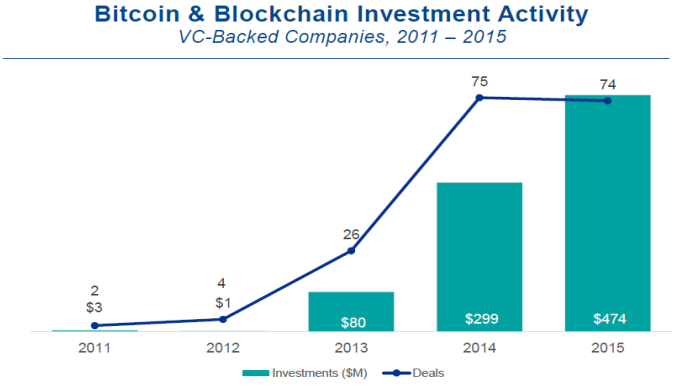


[그림 1-4] Accenture 2016 top 10 Challenges

[표 1-4] 블록체인 전망 by Accenture

[2015] 탐색과 투자	[2015~2017] 조기도입 시도
- 기본 기능 확인 및 사례 확보를 위한 Poc 시도 - 내부 업무 활용에 제한적 조기도입 시도	- 선도은행 중심으로 블록체인 가치 인식으로 중개인 없는 청산 시도 - 규제 걸림돌 해소로 외부 업무 적용 시도 - 규제기관도 감사 및 준법감시에 용이하다고 인지
[2018~2024] 성장기	**[2025] 성숙기**
- 새로운 규제 가이드라인과 불확실성 해소, 네트워크효과 등으로 조기도입의 효과 가시화 - 새로운 벤더와 서비스 모델 등장 - 다양한 자산군에 본격 활용 - 새로운 상품과 서비스 등장으로 기존 프로세스 대체	- 자본시장 생태계 전반에 블록체인 활용이 주류로 인식

KPMG는 블록체인 기술의 잠재력과 스타트업 기업의 성장 가능성에 블록체인 분야 투자가 2014년 2,99억달러에서 2015년 4,74억달러로 크게 증가하였고, 2015년도에는 건당 투자금액도 전년대비 증가했음을 보여 준다.



[그림 1-5] KPMG, the pulse of fintech 2015

제 2 장 본론

제 1 절 블록체인 기술 연구 동향

1.1 금융기관과 IT업체의 공동 연구 컨소시엄

가장 대표적인 컨소시엄 R3 CEV는 금융기관 대상 블록체인 기술 기반 분산원장 적용 방안 연구를 목적으로 구성되었고, 골드만삭스, 바클레이즈, JP모건, UBS 등 9개 글로벌 주요 금융기관 주도로 설립 후 참여 금융기관을 42개사로 확대하였다. 최근 한국에 방문[5]하여 컨소시엄에 참여할 국내 금융기관을 모집하기도 하였다. 특히 블록체인 기술 기반 분산원장 상용 모델 CORDA 개발 및 오픈소스로 공개 추진하였다.

○ **(CORDA 설계 원칙)**

- 거래내역을 불특정 서버와 공유하지 않으며 오로지 적법한 권한을 보유한 서버(Permissioned)에게만 동의하에 데이터 열람권 부여

- 플랫폼 내에서 업무 워크플로우 처리는 중앙제어장치를 거치지 않음

- 시스템을 배제하고 거래당사자간의 컨센서스(작업검증) 검증

- 감독기관과 규제당국이 직접 노드에 참여하여 시장 감시자 역할을 수행할 수 있도록 설계

5) 하나금융그룹이 컨소시엄에 참여 발표 (2016. 4.18)

- 거래내역 검증에는 관련 없는 노드 참여자는 배제하고 당사자만 참여

- 다양한 작업검증 컨센선스 수렴 방식 제공

- 스마트 계약 코드와 종이 계약서를 함께 증빙 기록으로 저장

- 업계 표준을 준수하여 구축

* 블록체인 관련 표준이 있다는 의미보다는 기존 금융 거래 질서 관행을 반영하여 블록체인 방식 거래에 대한 표준화를 위하여 노력하겠다는 취지로 이해됨

- 자체 암호화폐가 없는 방식 지향

* 비트코인 기반 서비스는 가상 암호화폐 비트코인을 매개체로 이용하고 있음

Digital Asset Holdings (이하 DAH)는 거래소 시장에 적용 가능한 블록체인 모델[6] 개발을 목적으로 설립되었고 호주거래소, 독일거래소, 시카고상품거래소 등 글로벌 주요 거래소 및 기술회사 액센추어 등의 참여로 설립되었다. 호주거래소와 공동으로 매매사후처리 파일롯 가동 중('16.03)이며 DTCC[7]와 美 국채, RP대상 분산원장 청산 솔루션 개발을 위한 PoC 프로젝트를 추진('16.04)하였다. 최근 스마트계약 모델링 언어 기술 보유 회사 Elevence Digital Finance사(스위스 소재)를 인수('16.04)하였고

6) 비트코인 블록체인은 현 금융시장에 부적합 판단
7) Depository Trust & Clearing Corporation (매국중앙예탁결제원)

Hyperledger 오픈소스 프로젝트와 통합 아키텍처 개발 추진 중이며 IBM이 핵심 엔지니어를 투입하여 오픈소스 개발 프로젝트 통합을 지원하고 있다.

Hyperleger 오픈소스 프로젝트의 경우 분산원장에 관한 오픈 소스 프로젝트 추진을 목적으로 추진되었고 리눅스 재단을 주축으로 IBM, 인텔, VM웨어, 후지쯔, 시스코 등 IT기술 업체 중심의 오픈소스 개발 프로젝트로 시작되었다. 거래소 업계 참여 기관으로 DTCC, 도이치브로세, 런던거래소, State Street은행 등이 있으며, 은행권 참여 기관으로 SWIFT, 웰스파고, 미쓰비시 UFJ 등이 있다. DAH와 공동으로 오픈소스 아키텍처 검증 PoC 추진 하였다. 그 외에 중국 내 독자적 분산원장 구축 추진을 목적으로 설립된 ChinaLeger Aliance가 있으며 완샹블록체인연구소 주도로 중국 내 11개 상품거래소, 증권거래소, 금융자산 거래소 등이 연합하여 설립하였고 R3, 이더리움과도 협력 관계를 유지하고 있다.

1.2 글로벌 주요 거래소의 블록체인 기술 연구 동향

[표 2-1] 글로벌 주요 거래소의 블록체인 기술 연구 동향

거래소	추진 내역
ASX	- R&D 일환으로 DAH에 1,000만달러 이상 출자 - 단순 테스트 차원이 아닌 분산원장 아키텍처를 이용한 새로운 매매사후 결제 시스템 구축 추진 - 현재 파일롯 시스템 가동중
CME Group A CME/Chicago Board of Trade Company	- 런던거래소, UBS, SG 등과 공동으로 Post Trade Distributed Ledger Group 결성 - CME Ventures를 통해 Ripple, Digital Currency

	- Group, DAH 등에 적극 투자 집행 - 구체적 기술 확보 내역에 대해서는 공개를 꺼림
Deutsche Börse Group	- DAH에 6,000만 달러나 출자하고도 ASX와 달리 기술지원에 소극적 - 일부 업무에 기술 검증 PoC를 시행하였으나, 테스트 결과를 공개하지는 않음
DMCC DUBAI MULTI COMMODITIES CENTRE	- 32개 스타트업 기업 주축의 Global Blockchain Councial을 중심으로 활동 - `17.2월 BitOasis사와 고객 관련 업무 혁신 방안 논의 시작
JPX	- `17.2월에 IBM과 블록체인 클라우드 관련 제휴 보도 - 최근 저유동성 자산에 대한 거래 검증 PoC를 시작한 것으로 알려짐 - `17.4월에는 노무라연구소와 블록체인 기술을 증권시장 적용 방안 연구에 착수
KRX KOREA EXCHANGE	- `17.2월에 블록체인 기술로 장외 트레이딩 플랫폼 개발 착수하며 비용절감을 기대한다고 보도 - 컨소시엄 참여 여부 등은 알려지지 않음
London Stock Exchange	- Post Trade Distributed Ledger Group 창립 멤버 * 기술 검증 진행 여부는 미노출 상태

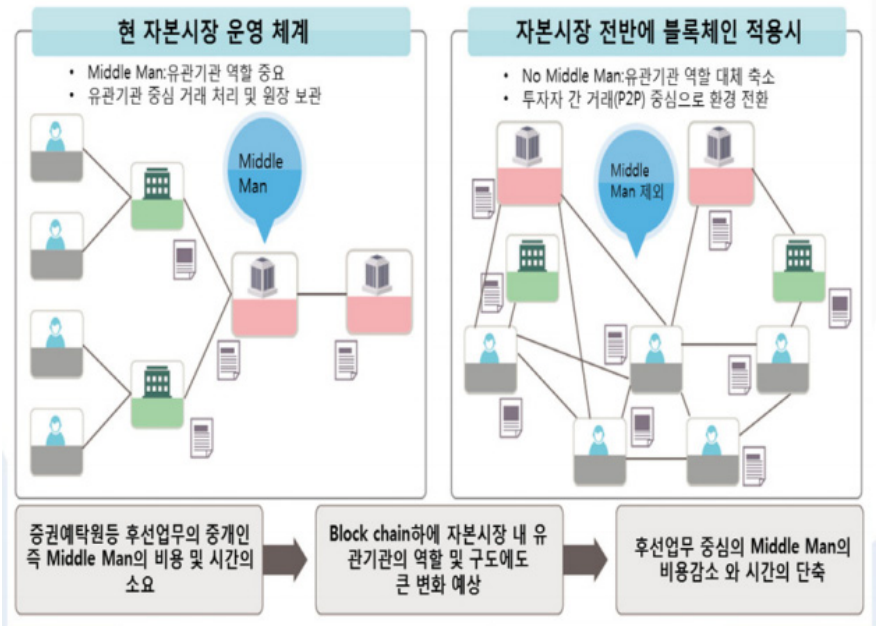
	- R3와 유사한 행보를 보이며 R3의 프레임워크 이상으로 블록체인 모델을 검증하며 협력 모델 도출에 노력하는 것으로 알려짐 - IBM의 블록체인 클라우드 초기 고객이라 알려짐
Nasdaq	- 거래소 업계 최초로 비상장주식 거래 플랫폼 Linq를 2015년에 상용으로 개설한 블록체인 기술 도입의 선두주자 - 2016년에는 에스토니아의 Nasdaq OMX 탈린 거래소에서 의결권 투표에 적용하는 방안 테스트
NYSE	- 2015년 디지털화폐에 관심을 보이며 비트코인 업체 CoinBase에 7500만달러 가치를 거래하는 시장으로 평가하였음 - CoinBase의 데이터를 기반으로 비트코인 지수 발표 예정
TMX	- `17.3월에 Ethereum 창업자를 CDO로 영입하며 기술 잠재력에 관심을 보임 - 현재는 블록체인 전략 구상의 초기단계로 곧 기술 검증에 나설 채비 중

출처 : http://www.coinde나.com/10-stock-exchanges-blockchain/, 2016.04.14

제 2 절 자본시장 및 금융시장 변화 가상 시나리오

2.1 분산원장 기술과 금융서비스

비트코인의 블록체인을 통한 분산원장 기술의 안정성이 확인되고 블폭체인 기술이 디지털통화와는 별개로 증권 발행 및 거래, 송금 등 기존 금융서비스 전반에 폭넓게 적용될 가능성이 제기되고 있다. 비트코인과 같은 디지털통화에 대해서 비판적인 입장을 가진 전문가들도 분산원장 기술에 대한 활용 가능성에 대해서는 대부분 긍정적으로 전망하고 있다. 특히 분산원장 기술은 소액결제시스템을 비롯해 거액결제시스템 등 지급결제제도와 금융시스템 모든 분야에서 매우 크게 활용될 것으로 분석되고 있다. 만약 기존 은행의 전산시스템에 도입 된다면 현재 중앙전산망을 기초로 운영되고 있는 은행의 지급준비금 제도에도 변화가 필요하게 될 것이다. 금융회사들이 분산화된 거래원장을 사용하게 되면 금융결제원 또는 예탁결제원과 같은 자금청산 기능의 필요성이 줄어들 가능성이 커지게 되고 이에 따라 영국, 캐나다, 러시아 중앙은행들은 블록체인 기술이 기존 지급결제시스템에 미치는 영향을 파악하여 대응방안을 도출하는 작업이 진행 중이기도 하다.(우리금융경영연구소, 2015)



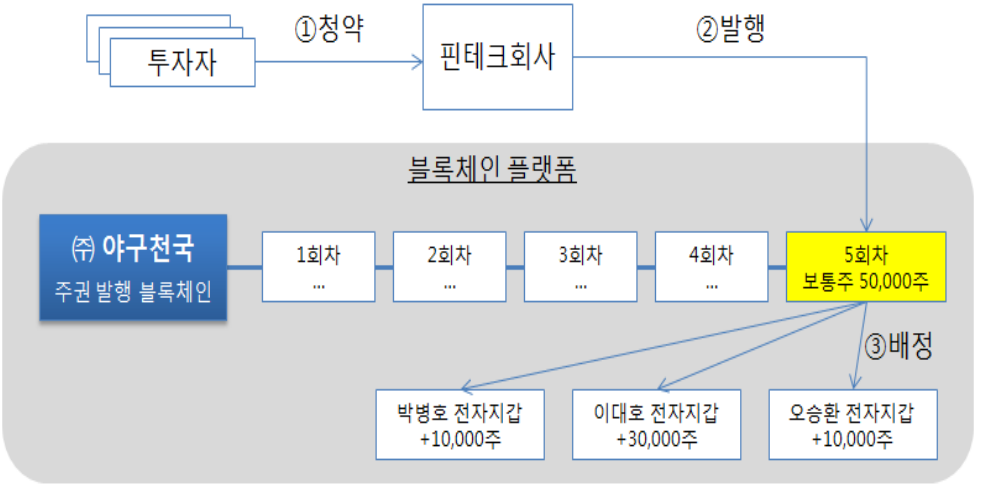
[그림 2-1]블록체인 도입에 따른 자본시장 환경 변화

기존 블록체인에서 활용할 수 있는 방안으로는 비트코인이 사용하는 블록체인은 오픈소스 프로그램으로 높은 확장성을 갖고 있어 데이터나 조건부 지급명령 등을 추가할 수 있다는 것이다. 이를 통해 자산거래, 소유권 확인 등 다양한 목적에 응용하는 기술 개발에 적용이 가능할 것이다. 그러나 기존 블록체인은 과도한 자원 투입, 확장성 제약 등의 한계를 갖고 있는 점을 고려하여 분산원장 기술을 활용한 다양한 서비스 개발에 주안점을 두고 새로운 블록체인을 개발하고 있다. (한국은행, 2016)

2.2 자본시장 가상 시나리오

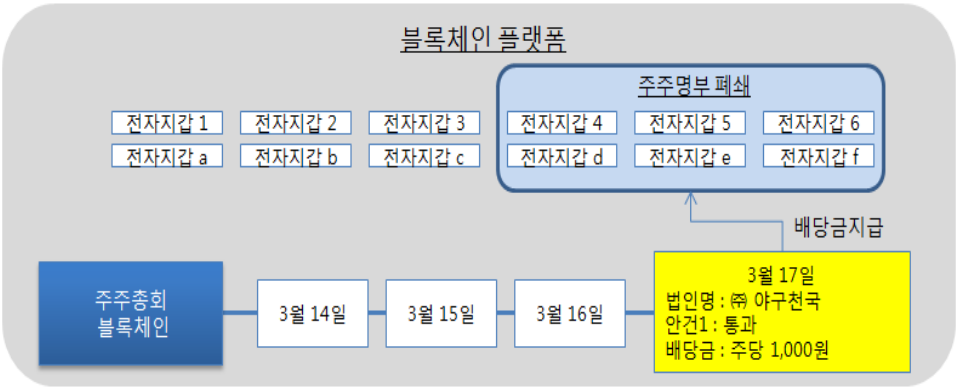
자본시장에서의 가상 시나리오는 크게 4가지를 예상한다.

첫째, 증권 라이프사이클 관리다. 블록체인의 기반기술을 응용하여 증권의 발행, 교환발행, 소각 등 다양한 업무 구현이 가능하다. 증권 발행 업무의 경우 적법한 사업권을 인가받은 금융기관 또는 핀테크 회사가 블록체인을 기반으로 증권 발행 서비스 제공이 가능해진다. 집중예탁의무가 없는 비상장증권에 대한 추적관리 편의가 확대되며 투자자는 증권사 방문 없이도 핀테크 회사에서 청약이 가능해진다.



[그림 2-2] 증권발행 업무 예시

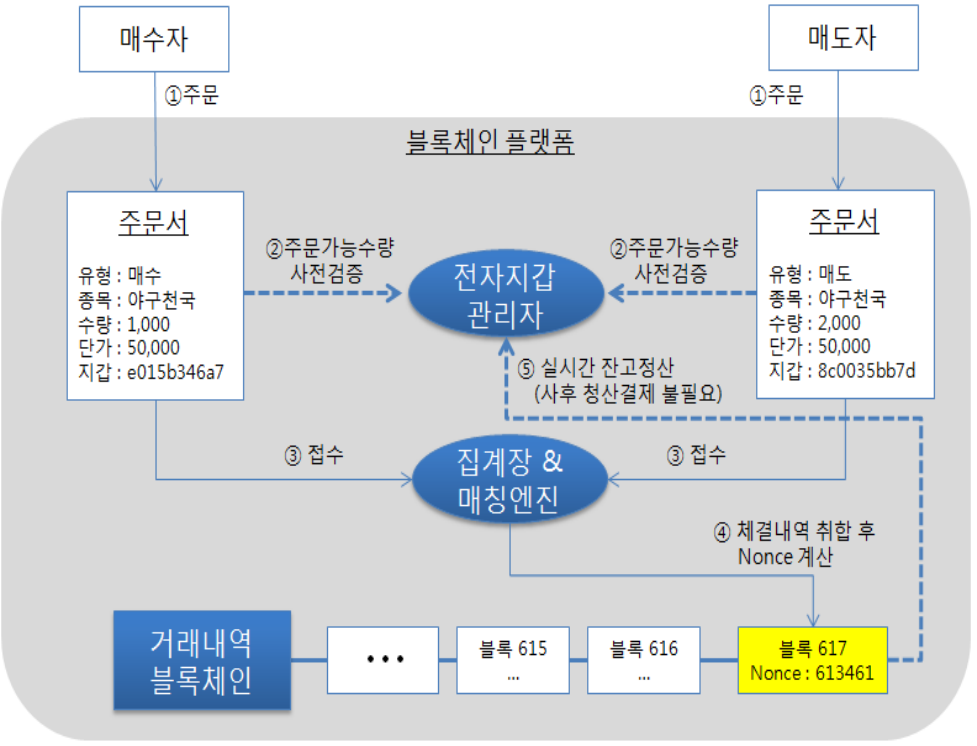
증권발행업무의 경우, 블록체인 전자증권 등재로 주권 위변조 원천봉쇄가 가능하며 실시간 주주명부 확인으로, 주주관리 업무 혁신이 가능해 진다. 다른 예로 위탁 및 주식사무관리 업무를 들 수 있다. 사무수탁업체를 거치지 않고도 블록체인에 등재된 증권을 기준으로 직접 실시간 관리가 가능해진다. 업무처리 자동화 및 이중지급 등의 중복처리 위험성이 원천봉쇄되며, 블록체인에서 펀드 상품 가입 및 환매 요구가 가능해진다. 또한 자금 관련 서비스, 회계, 투자집행 등의 관리가 용이해 진다.



[그림 2-3] 주식사무관리 업무 예시

둘째, 증권 매매 업무 효율화다. 여러 단계를 거쳐 기존 수 일 걸리던 매매 및 청산결제 관련 업무를 거의 실시간으로 일괄 처리 가능해진다. 매매 사전업무의 경우, 거래상대방의 보유내역 검증, 신용 익스포저 노출 최소화, 데이터 상호 공유, 소유권 정보 사전 파악 등 거래상대방 확인으로 KYC 규제 대응 간소화 및 거래 투명성 확립이 가능하다. 특히 비상장 증권도 모두 블록체인 플랫폼에 등재 후 거래하기 때문에 비교적 안전한 거래 집행이 가능해진다.

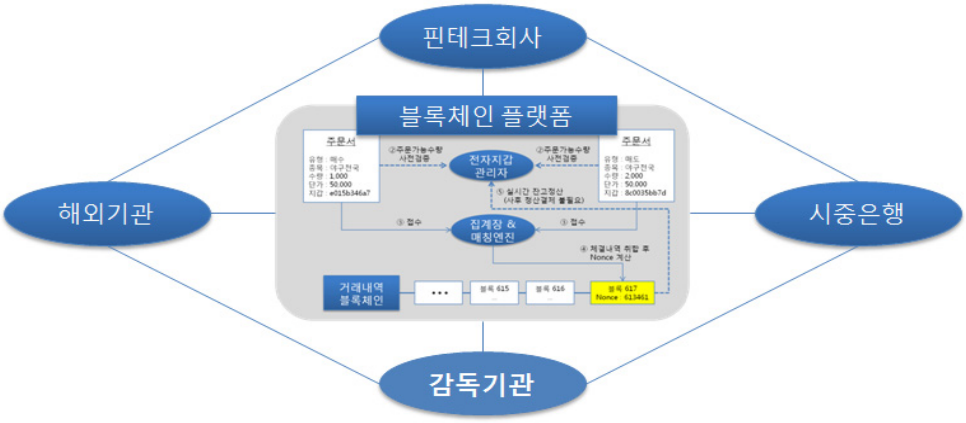
매매실행 업무의 경우, 즉각적이고 취소 불가능한 주문을 실시간으로 안전하게 처리 가능하며(불가피하게 취소가 필요한 경우는 쌍방 합의 및 시스템 관리자 참여로 별도 반대매매 방식으로 구현 가능) 거래참여자 각자의 전자 지갑 주소를 기반으로 주문가능 수량 산출 및 주문 접수가 가능해 진다.



[그림 2-4] 매매실행 업무 예시

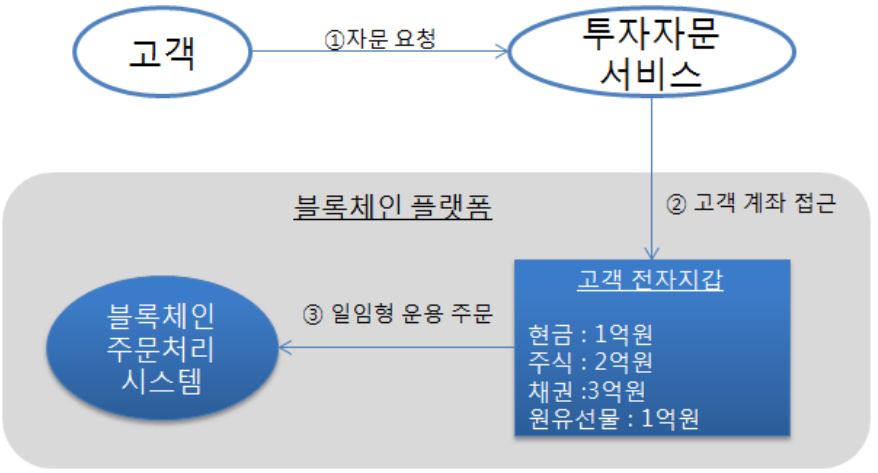
매매 사후 업무에서는 중앙청산기관 개입 없이 실시간 현금 결제 처리가 가능하기 때문에 증거금 관리 요건이 불필요하거나 크게 감소되는 가능성이 높아진다. 소유권 이전에 관한 경계 업무 처리가 빠르고 수월해지며 블록체인 기반 자산을 담보로 제시 가능하고 스마트계약으로 자동 실행이 가능해진다. 그림[2-3]의 “②주문가능수량사전검증” 과정에서 거래상대방 확인을 통한 매매사전리스크 점검 자동 처리가 가능하며 매매사전 단계, 매매 단계, 사후 단계 등 기존 3단계의 업무를 단일 흐름으로 통합 처리 가능하다. 또한 그림[2-3]의 “⑤실시간 잔고정산” 과정에서 기존 T+2 결제기간을 약 10분 이내로 단축하기 때문에 거래 사후 리스크 관리에 유리해진다.

셋째, 감독기관의 시장감시 기능 강화다. 감독기관이 블록체인 노드운영에 부분 참여하여 자본시장 거래내역 실시간 자산 관리감독이 가능해진다. 감독기관이 실시간 거래당사자 확인, 거래 소유권 검증, 합법거래 여부 확인을 시행하는 등 감사 기능이 강화되어 투명한 금융 시장 확립에 기여할 수 있게 된다.



[그림 2-5] 감독기관의 블록체인 플랫폼 참여 개념도

넷째, 자산관리시장의 변화다. 고객의 투자자산을 블록체인 기반 분산원장에 기록하고 유기적으로 연결하는 종합 자산관리 서비스 탄생이 가능해진다. 현물, 파생, 현금, 펀드 상품 등 다양한 자산이 각각 블록체인에 등재 가능하며, 모든 거래는 공개키 암호화로 인증되고 해쉬 연산으로 검증되고, 분산원자에 기재된 자산을 기반으로 대고객 자산관리 서비스가 제공된다. 또한 파생상품 거래내역과 관련 증거금을 블록체인에 기록하면 스마트계약 로직 자동 실행으로 파생상품 청산을 보장할 수 있게 된다.



[그림 2-6] 자산관리 서비스

2.3 금융시장 가상 시나리오

금융시장에서의 가상 시나리오 2가지를 예상한다.

첫째, 온라인 P2P 플랫폼이다.

핀테크붐으로 등장한 온라인 대출플랫폼이나 크라우드펀딩 등에 자금조달 창구나 대출채권 유통에 활용이 가능할 것이다. 기존 온라인 플랫폼 운영사의 신용에 의존하는 방식의 거래가 자체 내장된 스마트계약 기술이나 전자서명 기술을 통하여 온라인상에서의 개인간 거래에 대한 계약이행 및 결제보증 등 신뢰도를 향상시킬 수 있을 것이다. 반면에 블록체인과는 별개의 건으로 미 SEC가 온라인 대출 중개, 온라인 증권발행, 온라인 투자자문 등에 대한 핀테크 관련 규제를 정비할 방침이라고 하면서 일부 제약사항으로 작용할 것이다. 하지만 규제가 강화되더라도 규제 문턱을 넘는 핀테크 기업을 대상으로 블록체인을 통한 기술 강화 전략은 여전히 유효할 것으로 본다.

둘째, 국제 자금 결제 부문이다.

해외결제와 B2B 국제송금시장에서 기존 SWIFT와 대행은행 중심으로 형성된 시장의 독과점을 해소하고 실시간에 근접한 송금으로 과도한 수수료 부담 등의 불편을 개선할 것으로 기대한다. 기존 수 영업일 걸리던 국제 송금 업무를 수 초 ~ 수 분 수준에 처리 가능한 수준으로 시간 단축될 것으로 예상한다. 각 국가의 외국환 관련 법 규제를 충족해야하며, 결제 시장에 참여할 시장조성자와 유동성풀 확보의 문제가 결여 되었다는 점이 제약 사항이지만 단건 송금과 달리 대용량 처리용 시스템 설계는 다른 문제로 볼 수 있다. 대표적인 사례로 비트코인 업체들이 이미 비트코인 방식을 이용하여 국제송금 서비스를 제공하고 있다.[8)]

2.4 화폐경제 시스템 가상 시나리오

화폐경제 시스템에서의 가상 시나리오는 “현금없는 사회 & 국가 공인 가상화폐‘를 들 수 있다.

유럽 일부국가에서 ‘현금업슨 사회’ 정책을 추진하고 있으며, 중앙은행도 가상화폐를 검토하고 잇다. 분실위험이 있는 현금을 소지하는 것 보다 완벽한 결제 보호를 받는 블록체인 기술을 이용한 디지털화폐로 결제 시 편의성이 확대될 것이다. 반면에 중앙은행은 블록체인 기술을 예의주시하고는 있으나 호의적이지 않으며 비트코인 등은 법정화폐의 기능과는 거리가 멀기 때문에 직접 활용하기는 곤란하다는 지적이 있기도 하다. 또한, 현재는 고액 현금 결제 거부 제도를 시행하는 정도이고, 향후 블록체인 기술이 안정화 단계에 이를 때 중앙은행이 도입하더라도 비트코인 중심으로 추진할 이

8) 대한민국 외국환거래법 기준으로는 일명 환치기 경제 범죄라는 지적도 있음

유는 없을 것으로 예상한다. 하지만 서방 선진국을 중심으로 현금에 대한 인식 전환이 시작되고 있는 것도 사실이다. 스웨덴, 이스라엘, 캐나다, 홍콩, 싱가포르 등이 현금 없는 사회를 추진 중이고, 프랑스는 현금 결제 상한선 1000유로를 시행중이다. 또한 독일중앙은행은 기존 금융시스템에 적용 간으한 공식 법정 화폐 프로토타입 개발에 착수했다.

※ CASE STUDY : 에스토니아에서 국가 차원 실험 진행중

□ **(전자 등기소)** 국민 대상 주민등본을 블록체인으로 등재 추진

○ (사례) 블록체인 기술을 기 시행중인 전자신분증과 연계하여 Do It Yourself 전자정부 서비스 추진

* 에스토니아 : 발트3국 중 하나, 2010년 인터넷 속도 1위 국가 등재, 2014년 이코노미스트 기자 에드워드 루카스를 인터넷 대통령에 임명, 기업가치 10억달러 규모의 핀테크 송금 기업 Transferwise 배출

□ **(주주관리 & 주주총회) 나스닥 주도**

○ (사례) 나스닥과 공동으로 전자신분증과 블록체인을 기반으로 주주명부를 관리하고 주주총회 의결권 행사도 블록체인 기술로 구축 추진

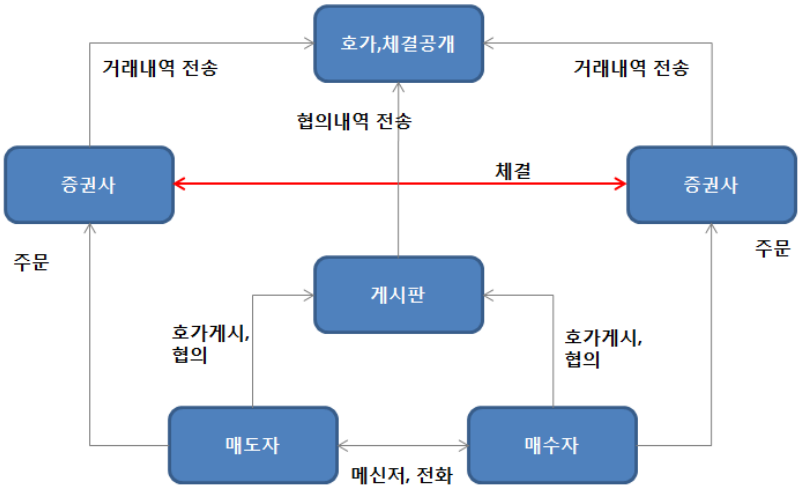
* 참고 : 나스닥은 에스토니아 소재 Nasdaq OMX Tallinn 증권거래소를 운영 중

○ (강점) 온라인 주주총회 개최 및 전자표결 시행의 장점 이외에도 주권 발행회사가 평상시에도 주주를 대상으로 사업 비전 설명하는 등 다양한 주주 관리 정책 시행 가능

2.5 장외 채권매매시장 시나리오

채권 장외매매시장은 거래소시장 밖의 채권시장으로 증권사 창구에서 금융투자회사 상호간 또는 증권사와 고객(투자자) 간에 상장 및 비상장 채권을 포함한 모든 채권에 대하여 상대매매 방식으로 매매가 이루어지는 시장을 말한다.

현재 장외매매는 투자자가 협의매매시스템에서 호가검색 및 협의 후, 증권사에 메신저 또는 전화로 알리고 매매를 요청하면 매도와 매수 증권사사간 딜러를 통해 매매 체결을 진행하고 있다. 거래소 시장이 투자자 보호와 투명성 강화 등을 실현하기 위해 중앙 집중적이고 경쟁매매 중심의 제도화된 시장인데 반하여 장외 채권매매시장은 자생적으로 생성하고 존재해온 시장을 사후적으로 제도화하고 관리하는 시장으로 거래관행의 영향력이 큰 시장이다.(한국거래소, 2015)



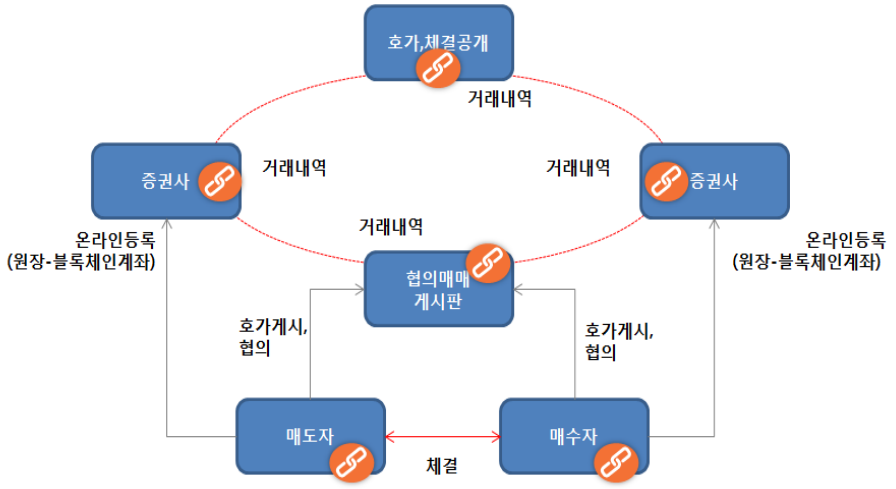
[그림 2-7] 장외 채권매매 흐름도

메신저를 통한 장외거래는 거래의 신속성을 촉진시키고 공간적 제약을 극복했다는 점에서 채권시장 발전에 기여를 했지만 여전히 사설 메신저의 잦은 장애로 거래의 안정성을 저해하고 채권에 특화된 이용자의 다양한 요구를 반영하지 못하고 있다.

그러므로 블록체인 분산원장 기술을 적용한 장외채권 매매 시스템을 개발 도입 할 경우 거래의 편의성, 전문성, 보안성 및 안정성을 높이고 시장 참여자들의 다양한 요구를 신속히 반영할 뿐 만 아니라 메신저, 대화방 이외 다양한 거래 방식을 제공한다는 측면에서 매우 긍정적이다.

다음은 블록체인 분산원장 기술을 적용한 가상 시나리오이다.

투자자와 장외 협의매매 관련 기관들이 블록체인 클라이언트 및 노드가 되어 협의 및 매매를 진행하게 된다. 투자자는 블록체인 플랫폼 유저(user)가 되고, 증권사는 원장 자산을 블록체인상에 온라인화(발행)하는 역할로 변경, 협의매매매시스템 운영기관과 시장감시기관, 그리고 블록체인 플랫폼 서비스기관은 블록체인 노드를 구성하여 거래내역을 공동으로 검증, 기록, 보관 할 수 있다.



[그림 2-8] 장외 채권매매 업무 예시

제 3 장 결론

제 1 절 블록체인 기술의 국내 자본시장 적용방안

본 연구에서 블록체인의 개념과 글로벌 금융기관, 거래소들의 블록체인에 대한 대응방안 및 실 사례를 살펴보았다. 이를 기반으로 국내 자본시장에서 적용 할 수 있는 방안에 대하여 정리해 보고자 한다.

첫째, 증권 발행에서부터 상장폐지까지 전 업무과정에 적용이 가능할 것이다. 전자증권 발행 및 예탁, 증거금 확인 및 주문, 액면분할, 합병, 기업분할 등이 그에 해당한다.

둘째, 블록체인 방식의 매매체결에 있어서 시세 분배 방식에 적용하는 것이다. 블록체인 노드에 참여한 기관 간 시세분배, 불특정 다수의 시세 사용고객에 분배 등이다.

셋째, 금융투자회사 원장업무이다. 블록체인 전자지갑 주소에 기반한 주문 및 포트폴리오 관리업무이다. 원화 등 실물화폐 입출금, 실물 증권, 입출고, 계좌간 대체, 결산일 주주명부 작성 및 배당 지급, 규제 보고서 생성 등에 적용이 가능하다.

무엇보다 국내 자본시장에 블록체인 기술을 적용하기 위해서는 블록체인 기술 활용 확산을 위한 로드맵 구축 및 기술 아키텍처 확보가 전제되어야 한다.

우선 블록체인 기술 확산에 대비하여 중장기적 로드맵을 구축하기 위해서는 국내 시장 환경에 맞는 구체적 비용절감 요소 및 규모를 식별해야 하고 기술적 성숙도와 구현 가능성 그리고 시장성에 따라 단계적 실행전략을 도

출해야 하며, 자본시장 주요 참여자들이 공동 발전 방향을 제시해야 한다. 또한, 글로벌 플레이어와 협업을 통한 기술 모델 확보도 필요하다.

다음으로 블록체인 기술 상용화를 위한 아키텍처가 설계되어야 한다. 기존 시스템과 공동 운영하면서 단계별 점진적 기술 전환 방안 설계가 필요하고 향후 블록체인 운영 기관 등장을 가정하여 가상의 타 기관을 설정하고 실질적으로 유효한 검증이 선행되어야 한다.

마지막으로 글로벌 Big-mouth 모니터링 등 조사 분석과 정보수집 기능 강화가 필요하다. R3 등 시장 주도 컨소시엄 동향, DTCC 등 증권 유관기관 동향 등의 지속 파악도 필요할 것이다.

제 2 절 향후 연구과제

본 연구에서는 블록체인 기술의 국내 자본시장 적용방안에 대하여 논의하였다. 또한 블록체인 기술 확산을 위한 방안도 언급하였다. 하지만 블록체인 기술에서 해결되고 증명되어야 할 문제들에 대한 논의는 진행되지 않았다. 이러한 문제들을 기술적 관점과 비즈니스 관점으로 나누어 향후 연구과제로 살펴보고자 한다.

2.1 기술적 관점에서의 과제

기술적 관점에서의 과제는 4가지로 정리할 수 있다.

첫째, 기술적 실현성이다. 블록체인 기술을 자판기에 적용한다고 가정해보자. 자판기는 판매 상품의 가격과 동일하거나 그보다 많은 돈을 넣으면 자동적으로 물건을 내놓는다. 그런데 블록체인 기반 자판기가 물건을 내놓

기까지는 실로 어마어마한 시간이 걸릴 수 있다. 먼저 사용자가 돈을 넣으면 블록체인은 합의절차를 통해 현금 투입량을 승인하고 이를 기록한다. 승인과 기록에는 각각 최소 10분이 걸린다. 이 과정이 끝난 뒤에야 사용자는 물건 버튼을 누를 수 있다. 각 절차, 즉 주문 요청을 올바르게 수행했고 잔돈이 얼마였는지에 대해 일일이 합의를 거친다면 이러한 거래는 현실에서 성립할 가능성이 없다. '자판기 이론'은 비트코인 블록체인이 즉각성을 요구하는 트랜잭션에 적합하지 않음을 보여준다.

위에서 설명한 것처럼 블록체인에 때 맞춰 지시를 내려야 한다는 점과 블록체인 상에서 데이터를 승인하는 데 걸리는 시간을 미리 알 수 없다는 점은 극복해야 할 과제이다. 또 블록체인 상의 시간과 현실의 시간을 동기화하는 것은 매우 어렵다. 일례로 5월 1일 오전 10시 정각에 A를 처리하라는 요청을 내렸을 때 블록체인이 정확히 10시에 작업을 수행하리라는 보장이 없다. 또 다른 문제는 블록체인 트랜잭션이 CAP theorem 원칙처럼 "완화된 조건 합의"에 의해 최종 승인을 받지 않는다는 점이다. 실제로는 블록체인마다 최종 승인 규정을 따로 마련해두고 있다. 예를 들어 비트코인은 하나의 트랜잭션 승인 후에도 뒤에 6개의 블록이 생성될 때까지 해당 트랜잭션을 "미승인n/unconfirmed"으로 표시한다. 6개라는 디폴트 값은 공격 해커가 10% 이상의 해쉬 레이트(hash rate), 즉 마이닝 파워를 갖기 어렵다는 가정 하에 설정된 것이다. 그러나 경우에 따라 해커의 조작된 포크가 진본 포크보다 더 빨리 블록을 생성해 조작한 데이터를 공식화할 가

능성도 존재한다.

둘째, 데이터 정정이다. 블록체인의 가장 큰 특징 중 하나가 데이터 기록을 조작할 수 없다는 것이다. 그러나 바꿔 말하면 기록을 정정해야 할 때에도 수정이 불가능하다는 뜻이 된다. 따라서 운영 상의 에러나 스크립트 버그에 의해 오류가 발생한 경우 이를 정정할 수 있는 방안을 마련해야 한다. 또 개인정보나 비공개 정보가 유출됐을 시 이를 보호하는 방법도 강구해야 할 것이다.

셋째, 개별 기술 요소의 최적화다. 블록체인이 당면한 과제로는 지속성 유지, 타임스탬프 정확도 보장, 비공개 키 안전 관리 등이 있다. 각 기술마다 전문 지식을 상당히 축적해 왔지만 이를 완전히 활용하지는 못하고 있다. 블록체인 개발자와 연구자 간 긴밀한 협력을 통해 다방면의 지식을 충분히 활용할 필요가 있다.

넷째, 사례별 비용 감축 효과 입증이다. 블록체인의 장점 중 하나로 “서버 비용 감소”를 들지만 경우에 따라 이점이 별로 크지 않을 수 있다. 기존 클라이언트 서버 시스템을 중앙 서버가 없는 P2P 시스템으로 대체할 경우 합의 문제가 생길 수 있다. 각 컴퓨터가 다른 속도로 업데이트 할 경우 데이터의 일관성을 유지하기 어렵게 된다. 따라서 상황 별로 얼마나 비용이 감축될 수 있는지 정확히 따져보아야 한다.

2.2 비즈니스 관점 관점에서의 과제

비즈니스 관점에서의 과제는 3가지로 정리할 수 있다.

첫째, 현실에 입각한 실용성이다. 블록체인 기술을 실세계 거래와 연계시키는 것이 큰 화두이다. 즉시성을 충족하지 못하는 것은 최종 승인 문제와 긴밀히 연결돼 있다. 최종 승인을 달성하는 방법은 크게 2가지로 나뉜다. 첫째, PoW[9]의 기능을 확대해 PoI[10]나 PoS[11] 같은 새 합의 알고리즘을 도입한다. 둘째, PBFT[12], 즉 PoW에 의존하지 않는 알고리즘을 사용해 매우 빠른 시간 내에 최종 승인을 완료한다. 위 두가지 방법의 우위를 가리기는 어렵지만 최종 승인 문제를 해결하는 데 필수적인 전략인 것만큼은 확실하다. 반면 컨소시엄이나 비공개 블록체인의 경우 포크가 발생했을 때 슈퍼노드가 이를 강제로 제거해 네트워크 안전성을 유지하는 방안이 거론된다. 아니면 포크가 발생했을 때 최종 승인을 위한 조치를 마련해 비즈니스 룰로 정하는 것도 하나의 방법이다. 그러나 무엇보다도 중요한 것은 위에 언급된 전략을 실제 비즈니스 부문에 적용해 각각의 효과를 입증하는 것이다.

둘째, 블록체인 업체의 SLA 도입이다. 블록체인 전문 업체들은 다른 기업에 서비스 제공 시 서비스수준협약(SLA)을 체결할 필요가 있다. 현재로서는 블록체인 다운타임, 처리 지연 횟수, 지연 해결 소요시간 등 서비스 항목과 서비스 수준의 다양성이 명시돼 있지 않다. 블록체인을 실제 비즈

9) Proof Of Work, 비트코인 상에서는 mining이라고 부른다. 네트워크 참여자들은 nonce라고 부르는 임의의 값을 트랜잭션 데이터에 적용해 hash value 을 계산하다. 참여자들은 정확한 값을 얻을 때까지 다른 nonce를 적용해가며 계산을 계속해야 한다. 마침내 누군가 정확한 값을 얻으면 네트워크 참여자들은 그 값을 승인하는 동시에 해당 트랜잭션 데이터를 공식 결과물로 인정하고 새로운 블록을 생성한다. 정확한 값을 계산한 사람에게는 비트코인이 보상으로 주어진다. 위 과정이 바로 mining 이다.

10) Proof of Importance

11) proof of Stake 의 준말로 가상화폐 보유량에 따라 hash 계산, 즉 마아닝 권한을 부여한다는 의미

12) Practical Byzantine Fault Tolerance 의 준말로 분산형 시스템에서 악의적 노드가 발견됐을 때 서버를 분리해 공격을 막고 복제 서버를 통해 빠르게 운영을 재개할 수 있다.

니스에 도입하려면 성능 및 사양 요건을 명확히 할 필요가 있다. IT 시스템 업체들은 자신들의 개발 경험에 비추어 볼 때 블록체인에 SLA를 도입하기 위해서는 업계 전문가와 타 시스템 전문가의 논의가 필수라고 증언한다. 기존 시스템 평가 항목을 블록체인 SLA에 그대로 적용할 수 없기 때문이다. SLA가 형식상의 서비스 제휴 계약으로 그치지 않으려면 블록체인 실무자와 기존 시스템 분야 전문가 간에 정보 교류가 활발히 이뤄져야 한다. 마지막으로 제대로 된 SLA를 개발한 후 이를 관리할 인력을 개발하는 것이 시급하다. 현재의 블록체인 엔지니어들은 공식 훈련 과정 없이 스스로 기술을 실험하고 개발해왔다. 지금부터 업계, 학계, 정부가 협력해 블록체인 정규 과정을 개설하고 전문 인력을 양성할 필요가 있다.

셋째, 익명성, 기밀 보호, 신분인증 관련 문제이다. 비트코인은 트랜잭션을 실행한 기업이 어디인지 밝히지 않지만 트랜잭션 데이터는 공개된다는 점에서 기밀을 완벽히 보호한다고 보기 어렵다. 거래내역을 비공개로 하고 싶은 기업들에는 적합하지 않은 메커니즘이다. 정보 유출 방지를 위한 보안 기술 논의가 우선적으로 이뤄져야 한다. 비트코인 블록체인은 신분 인증을 거치지 않아도 트랜잭션 체결이 가능해 돈세탁 등의 우려가 있다. 컨소시엄이나 비공개 블록체인은 어느 정도 이 문제에서 자유로운 편이지만 정당성을 위해서는 더 정밀한 연구가 필요하다.

참고문헌

이영환, “국내외 블록체인 기술적용분야 및 사례연구, 한국인터넷진흥원 KISA-제-2016-0040, 2016.

KB금융지주경영연구소, 블록체인 기술과 금융의 변화, 2015-91호, 2015.

금융보안원, 블록체인 개요 및 활용사례, 2015,6,24.

금융보안원, 금융권 블록체인 활용방안에 대한 정책연구, 2016.

우리금융경영연구소, 블록체인의 개념 및 국내외 금융회사의 도입 사례, 2015-27, 2015.

한국거래소, 한국의 채권시장, 2015.

금융연구원, “금융업의 블록체인 활용과 정책과제”,KIF 금융리포트 제2017-2호, 2017.

KCMI, 자본시장에서의 블록체인 기술의 활용 전망 및 시사점, 조사보고서16-07, 2016.

Accenture, 2016 top 10 Challenges, 2016.

KPMG, The Pulse of Fintech 2015 in Review, 2015.

Gartner, Hype Cycle for the Programmable Economy, 2015.

NRI, Survey on Blockchain Technologies and Related Service, 2016

Goldman Sachs, Global Investment Research, 2016.

Goldman Sachs, Blockchain, Putting Theory into Practice, 2016.

IBM, Blockchain and the Disruption of financial services, 2016.

참고사이트

http://www.coindesk.com/10-stock-exchanges-blockchain/, 2016.04.14.

2

기계학습 기반 태양광 발전 운영관리기업의 생존 가능성 연구

마수진

요 약

최근 Industry 4.0(4차 산업혁명)이라는 키워드가 산업분야의 화두가 되고 있으며, 기존 산업현장에 머신러닝과 빅데이터 분석 등 최첨단 정보통신 기술을 적용하여 기업 경쟁력을 제고하여야 한다는 주장이 많다. 그러나 우리나라의 산업현장은 정보통신 기술에 익숙하지 못하고 타 분야 기업과 협력하여 일하는 문화가 부족하여 Industry 4.0 시대의 경쟁에서 뒤처질 수 있다는 우려 또한 존재한다.

본 연구에서는 최근 신재생 에너지로 각광받고 있는 태양광 발전 시장에서 기계학습과 빅데이터 분석 기술과 같은 혁신 기술을 접목하여 새로운 시장기회를 창출하고자하는 운영관리(O&M) 기업의 성공전략에 대하여 연구하고자 한다.

본 연구에서는 기계학습 기반의 혁신기술을 도입한 태양광 발전 운영관리 기업이 기존 시장 지배자와의 경쟁에서 우위를 차지하기 위해 극복해야 할 와해성 혁신 6단계별 극복 방안과 지원정책을 전문가의 설문을 통해 도출하였으며, 각 단계별 극복 방안의 가능성을 정량적으로 평가하는 방법론을 제시하였다.

태양광 발전 분야 전문가들의 설문조사 결과를 통해 기계학습 기반의 태양광 발전 운영관리 혁신 기업의 발판 시장 진입단계(1 단계), 주류시장 진입단계(2 단계), 고객 관심도 확보단계(3 단계)는 큰 문제 없이 통과될 수 있을 것으로 예상되었다.

그러나 4 단계인 고객 교체 단계는 가장 어려울 것으로 예상되었으며, 기계학습 기술 기반으로 고객의 관심을 확보하였다 하더라도 기존 시장을 지배하고 있던 기존 운영관리 기업과의 경쟁에서 신규 고객을 확보하는 것이 쉽지 않은 단계임을 알 수 있었다.

가장 애로점이라고 파악된 4단계를 극복하기 위한 정책에 관한 2차 설문조사를 통해 여러 태양광 발전소들이 협력하여 센싱 정보를 공개/공유하여 연구자들이 신뢰성 있는 장기간 대규모 태양광 발전량 데이터를 확보할 수 있도록 지원하는 정책과 기상청의 일사량 실측 데이터를 무료로 공개하는 정책을 추진하여야 기계학습 기술의 정확성이

제고될 수 있다고 파악되었다. 또한 기계학습이 적용되기 위해서 하드웨어의 추가는 최소화 되어야 하며, 기존의 센서와 기상데이터만을 이용하여 기계학습 기반 태양광 발전 시스템 이상여부를 예측하는 기술개발 과제의 추진이 우선되어야 한다는 점을 확인할 수 있었다.

목 차

■ 요약 ····· 49

제1장 서론 ····· 53
1.1. 연구배경 ····· 53
1.2. 기계학습 기술의 중요성 ····· 56
1.3. 연구의 범위 ····· 59

제2장 선행 연구 ····· 61
2.1. 태양광 발전 시스템 운영관리(O&M) 동향 연구 ····· 61
2.2. 기계학습을 적용한 운영관리 서비스 사례 분석 ····· 64
2.3. 와해성 혁신 이론 ····· 65

제3장 연구 설계 및 수행 과정 ····· 69
3.1. 연구 분석의 틀 ····· 69
3.2. 혁신 기업의 성공 가능성 분석 설문조사 설계 ····· 71
3.3. 혁신 기업의 성공 가능성 분석 설문조사 수행 과정 ····· 74

제4장 연구 결과 분석 ····· 77
4.1. 와해성 혁신 단계별 애로점 분석 ····· 77
4.2. 정책적 지원에 대한 제언 분석 ····· 81

제5장 결론 ····· 88
5.1. 연구결과와 요약 ····· 88
5.2. 태양광 발전 사업의 효율적 추진을 위한 제언 ····· 89
5.3. 연구의 한계점 및 향후 연구 방향 ····· 90

참고문헌 ····· 92

제 1 장 서론

1.1. 연구배경

o 기후 온난화에 대응하는 저공해 친환경 발전의 중요성

2015년 파리에서 열린 UN 기후변화협약 총회에서는 2020년 이후 전 세계의 온실가스 감축 방향을 담은 합의문이 채택되었다. 이 합의문은 선진국에만 감축 의무를 지웠던 1997년의 교토의정서와 달리 195개 당사국 모두가 지켜야 하는 첫 합의라는 의미를 지니고 있다. 아직 강제 조항이 없는 선언이지만, 전 세계가 참여하는 첫 기후변화 대응체제라는 의미가 있다.

이러한 상황에서 저공해/친환경 발전에 대한 관심이 그 어느 때 보다 높은 상태이다. 하지만 2013년 국내에서 생산된 신재생에너지는 전체 1차 에너지(전력 도시가스 등으로 가공되지 않은 채 공급되는 에너지) 중 1.1%에 불과하며, 이는 경제협력개발기구(OECD) 회원국 34개국 중 꼴찌에 해당한다(IEA 2015, 윤영주2015).

우리나라의 급속한 경제성장에 따른 국제적 위상 제고 및 이산화탄소 배출량 증대(세계 7위) 등으로 인해 기후변화 대응에 있어 우리의 적극적인 역할에 대한 국제사회의 기대 및 압박이 강화되고 있는 상황인데도, 한국에서는 다른 나라처럼 미래에 대비하여 태양광 발전 등의 신재생 에너지 분야에 적극적으로 투자하지 않고 있는 상태이다.

미래의 사회는 이산화탄소 배출이 적은 신재생에너지를 사용하여 전력을 생산할 것을 요구하고 있으므로 화석연료를 기반으로 한 현재의 전력생산 시스템은 창조적 파괴의 대상이 될 수밖에 없는 운명이라고 할 수 있다.

o 우리나라의 태양광 발전 현황

영국, 미국, 독일, 호주, 중국 등 해외 국가에서는 정부가 법으로 기금을 만들어 재생에너지 산업 및 프로젝트에 직간접적으로 공적자금을 지원할 뿐만 아니라 민간자금의 유입도 확대하고 있는 것과는 반대로, 우리나라 정부의 재생에너지 지원 관련 예산은 지속적으로 줄고 있다(KoSIF 2015).

물론 산업통상자원부도 신재생 에너지 활성화를 위한 제도를 지속적으로 개선하고 있으며, 2012년 신재생 에너지 공급의무화제도(RPS제도)를 시행하였다. 이 제도에 의하면, 50만 kW 이상의 전기를 생산하는 발전사업자는 전체 발전량 중 일정 부분을 신재생 에너지로 발전해야 한다. (여기에 해당하는 발전사업자는 한국남동발전·한국중부발전·한국서부발전·포스코에너지·SKE & S·GSEPS·GS파워 등 18개이다.)

그러나 이들 발전회사들은 신재생 에너지로 발전량을 채우지 못해 과징금을 물거나, RPS 실적을 높이기 위해 폐유를 태워서 연료로 사용하는 연료형 재생 에너지 구매에 집중하였다(한국에너지공단 2016).

실제로 2013년 기준 국내 신재생 에너지원별 발전량 비중을 살펴보면 폐기물에너지가 무려 65.8%에 달하며, 이와 달리 미래의 신재생 에너지인 태양광(3.5%)·풍력(2.5%)·해양(1.0%)에너지 비중은 한 자릿수에 불과하였다(에코퓨터 2015).

o 태양광 발전 시대의 도래에 대비하여야 함

과거 정부에서는 화력과 원자력 발전 등에 매우 우호적인 태도를 보였으나, 2011년 지진과 해일로 인한 일본 후쿠시마 원자력 발전소 방사능 누출 사건

으로 환경 친화적인 재생에너지에 대한 국민의 관심이 높아지고 있다.

세계 에너지 전문가들과 정유 업계 등의 연구 자료를 보면 2050년경이면 인류가 사용하는 전체 에너지의 50% 이상을 현재 주로 사용되는 에너지원이 아닌 신재생에너지가 차지할 것이라고 보고 있으며, 특히 태양광 발전의 비중이 급격하게 늘어날 것으로 전망하고 있다(LGERI 리포트 2015, 한국수출입은행 2015).

독일 등 선진국에서는 2013년에 이미 20~40GW 용량의 태양광 발전 시설을 설치하였으며, 최근 중국의 태양광 발전 설치용량이 급격하게 증가하여 세계 1위 수준에 도달하였다(강정화 2015, 장기윤 2017). 2014년 기준 세계 총 누적발전용량은 178GW에 도달하였으며, 2019년까지 누적 396~540GW에 달성할 것으로 전망될 정도로 급격하게 성장하고 있다. 이와는 대조적으로 우리나라는 2015년에야 태양광 발전 1GW 국가에 진입하였다(한국에너지공단 2016).

환경에 대한 전 세계적인 관심과 기후협약 등으로 화력과 원자력 중심의 발전은 축소되고, 장기적으로는 태양광 중심의 친환경적인 발전이 전 세계적으로 대세를 이룰 것으로 전망되고 있다(김봉균 2012, 이승은 2016).

그러나 이러한 전망이 현실화되기 위해서는 태양광 발전 등 신재생에너지 관련 기업, NGO 등이 화석연료 중심의 현재의 전력발전 시스템이 환경오염에 미치는 심각한 문제와 원자력 발전의 위험성을 지적하고, 우리 정부도 세계 기후변화협약의 합의문을 준수할 것을 촉구하여 정부의 정책과 제도가 미래 세대를 위해 태양광 발전을 유도하는 방향으로 개선될 수 있도록 지속적인 노력을 하여야 할 것이다.

이러한 노력이 없으면 신재생 에너지 중심으로 전력을 생산하는 시대가 온다 하더라도 신재생 에너지 핵심 기술과 부품은 외국에서 수입해서 써야할 상황이 발생할 수 있으므로 세계적 기술발전의 흐름을 놓치지 않도록 하여야 할 것이다.

1.2. 기계학습 기술의 중요성

o 기계학습 기반 태양광 발전 모니터링의 중요성

태양광 발전 시스템은 태양광 모듈과 인버터가 가장 중요한 고가의 부품이며, 설치 지역의 지형을 고려하여 일사량을 가장 많이 받을 수 있는 방향으로 설치하는 것이 중요하다. 일단 설치가 완료되면 해당 사업장에서 기대되는 최대 수익은 정해진 것이며, 20여 년 동안 어떻게 유지보수 하느냐에 따라 비용이 달라지게 된다. 즉, 설치 초기에는 어떤 태양광 모듈과 인버터 등을 사용할 것인가의 선택이 중요하지만, 유지보수 기술력에 의하여 매년의 순이익이 결정되는 비즈니스 구조이다.

태양광 모듈은 20년 수명을 보증하는 제품도 있고 인버터의 수명은 대체로 10년 ~ 15년 정도로 예상하지만, 태양광 모듈 표면의 고온과 인버터의 과열로 기대 수명의 절반도 안 된 상태에서 고장이 나는 경우도 많은 실정이다. 해외 보고서에 의하면, 태양광 발전 시스템이 설치 후 1년 이내에 고장이 발생하는 확률은 50% 정도인데 이 중 84%가 인버터 문제라고 보고되고 있으며, 인버터의 성능이 저하되거나 고장인 경우 심각한 손실이 발생하게 된다(이승민 2016).

국내에서는 은퇴자와 같은 개인이 투자할 수 있도록 소규모 발전사업자를 우선 지원하는 정부정책에 따라 100KW 미만의 소규모 태양광 발전 사업자가 대부분이며, 기업형으로 운영되는 대규모 태양광 발전사업자는 소수에 불과하다. 2015년 전력거래소를 통해 전력을 판매한 태양광 발전 사업자 수 5,959개 사업자 중에서 5,220개(87.6%)가 100KW 미만의 소규모 사업자였다고 한다(한국에너지공단 2016). 100KW 규모의 태양광 발전에 소요되는 면적은 500평 정도로 개인이 소유한 조그마한 밭 정도의 크기가 대부분이다.

태양광 발전 시설의 규모가 1MW 이상인 중규모 또는 대규모의 사업장의 경우, 운영관리 업체가 태양광 시스템의 이상 여부를 모니터링 하고 있으나, 이 경우에도 설치된 열화상 카메라를 통해 입수된 정보를 사람이 눈으로 확인하고 과거 데이터와 비교하여 현저하게 발전량이 저하되었을 경우, 문제점을 확인하러 현장을 방문하는 방식으로 운영되고 있다.

100KW 미만의 소규모 태양광 발전 사업장이나 개인 주택에 설치된 3KW 규모의 초소형 태양광 발전 시설은 아무런 모니터링 없이 방치되고 있는 경우가 대부분이다. 그러나 최근에는 IoT 기술을 연구하고 있는 연구소나 대학에서 태양광 발전 시스템에서 발생하는 센서 데이터를 바탕으로 이상 여부를 자동으로 인지하는 기술을 개발하고 있으며, 조만간 시장의 대세를 장악할 것으로 예상된다(Jie Shi 2011, Tao Hu 2015, Jiaming Li 2016).

o 기계학습 기술 기반의 태양광 발전 운영관리(O&M) 기업의 필요성

지난 몇 년 동안 가장 중요한 핵심 부품인 태양광 모듈 기술은 성숙단계에 이르렀고 가격도 저렴해져서 태양광 발전에 대한 관심은 매우 높아진 상태이다. 그러나 태양광 발전의 시장성을 인지하고 시스템을 설치하고자 하여도, 20년 동안 문제없이 유지보수 할 수 있을지 염려하여 설치를 포기하는 경우가 많았다. 이러한 상황에서 시장의 염려를 해소할 수 있는 신뢰할 만한 모니터링 서비스 업체의 출현은 태양광 시장 확대의 기폭제가 될 것이다.

최근의 연구에서는 태양광 발전 시스템의 핵심 부품인 태양광 모듈, 인버터, 변압기 등의 센서 데이터와 기상정보를 바탕으로 빅데이터 분석을 하여 현재의 발전량이 기상 환경에 비하여 적절한 생산량인지, 어느 부위의 이상으로

전력 생산이 저하된 것인지를 자동으로 분석하는 기술이 개발되고 있다(배국열 2017, Björn Wolf 2016, Mayukh Samanta 2014).

이러한 기계학습 기반 빅데이터 처리 기술은 공장의 다양한 설비의 이상 및 고장 여부를 자동으로 판별하는 데에도 활용되는 기술이므로 매우 활발하게 연구되고 있으며(김인중 2016), 시간이 지남에 따라 데이터가 누적되면 좀 더 정확하게 판별할 수 있는 장점이 있으므로 미래 태양광 모니터링 시스템의 주류를 이룰 것으로 예상된다.

기계학습 기술을 확보한 서비스 업체는 태양광 발전의 발전량을 정확하게 예측하는 모니터링 및 운영관리는 물론이고 주변의 전력 소비자들의 전력 소비 예상량을 분석하는데에도 기계학습 기술을 적용할 것이다. 이러한 기술이 개발되면 한국전력을 통하지 않고 전력 생산자와 전력 소비자가 직접 전력을 서로 주고 받는 스마트 그리드 서비스로 발전할 것이다.

이러한 변화는 그동안 전력 생산이라는 산업시대의 마인드로 운영되던 태양광 발전 분야가 IT 기술을 기반으로 한 서비스 시장으로 포함될 것을 의미한다.(류지희 2010, 김광재 2011, 박광태 2009) 이러한 스마트 그리드 서비스 시장과 연계된 태양광 발전 사업자는 최대의 이익을 얻을 수 있는 기회를 얻게 될 것이고, 스마트 그리드 서비스와 연계되지 못한 사업자는 전력거래소에서 정해진 가격으로 전력을 판매할 수 밖에 없으므로 수익의 최대화를 달성하지 못하게 될 것이다.

태양광 발전 사업자는 전력 생산이라는 산업시대의 마인드로 사업을 시작했다 할지라도 IT 기술 발전의 흐름을 이해하고, 기계학습 기술을 적용하여 발전 효율의 저하 원인을 빠르게 인지하고 문제를 해결하여 매출 감소를 최소화해야 할 것이다. 또한, 전력도 개인 간에 사고 팔 수 있는 재화라는 것을 인식하고 스마트 그리드 서비스와 연계하여 수익을 최대화할 수 있도록 하여야 할 것이다(이중훈 2012, 조윤제 2009).

1.3. 연구의 범위

o 태양광 발전 운영관리(O&M) 기업의 성공 전략 제안

태양광 발전의 경우 설치 업체는 많으나 유지보수를 담당하는 업체는 대규모 상업용 태양광 발전 시설을 담당하는 소수의 업체만 있을 뿐이며, 소규모 태양광 시스템의 모니터링을 담당하는 업체는 극소수인 실정이다. 대규모 상업용 태양광 발전 시설 모니터링을 담당하는 업체도 열화상 카메라를 통해 태양광 패널의 고온이나 오염 등을 모니터링하고 있으나, 이상 여부의 판정은 사람이 수동으로 하고 있어서 대응이 느린 문제가 있다. 더구나 대규모 시스템의 경우 부분적인 성능 저하가 발생했을 때 문제 발생 여부를 사람이 눈으로 보고 판단하여야만 문제가 발생한 사실을 알 수 있으므로 이러한 성능저하를 발견하기는 쉽지 않다는 문제가 있다.

본 연구에서는 태양광 발전 모니터링 전문기업이 기계학습 기반 모니터링 시스템을 도입하여야만 외국 기술이 도입되는 시기에 벌어질 치열한 생존 경쟁에서 살아남을 수 있을 것이라는 점을 강조한다. 이러한 가정 하에 현재 태양광 발전 모니터링 사업을 운영하고 있는 전문기업(예, 다쓰M&S, 에스파워)이 기계학습 기술을 도입하고자 할 때 해결해야 할 핵심 과제가 무엇인지를 전문가 집단의 의견 조사를 통해 확인하고, 정부의 지원 전략으로서 효과적인 것이 무엇일지도 파악하여 태양광 발전 시장의 활성화에 기여하고자 한다.

o 기계학습 기반 태양광 발전 운영관리(O&M) 기업의 생존 가능성 연구

또한 본 연구에서는 기계학습 기술을 기반으로 태양광 발전 시스템의 고장 발생이나 성능 저하를 자동으로 파악하는 소프트웨어 기술을 확보한 태양광 발전 모니터링 전문기업이 기존의 수동으로 운영하고 있는 태양광 발전 모니터링 업체와 경쟁하여 시장에서 살아남을 수 있을지 알아보고자 한다.

본 연구에서는 아직 시장에 본격적으로 출현하지 못한 태양광 발전 운영관리(O&M) 기업이 기계학습 기술을 기반으로 혁신을 추구하는 시장진입자(Insurgent)로 간주하고, 수동으로 운영 중인 대형 태양광 모니터링 기업을 시장지배자(Incumbent)로 간주하여 기존 시장을 와해하고 시장지배자 교체할 수 있을 것인가를 평가하기 위해 전문가 집단의 설문조사를 통해 어느 단계에서 어려움을 겪을 것이지를 분석하고, 기계학습 기반의 태양광 발전 운영관리(O&M) 기업의 지원을 위해 필요한 정책에 대하여 분석하는 과정도 수행할 것이다.

제 2 장 선행 연구

2.1. 태양광 발전 시스템 운영관리(O&M) 동향 연구

우리나라의 경우 100KW급 미만의 소규모 태양광 발전 시설은 관리자 상주가 의무가 아니므로 설치 후에는 발전사업자가 스스로 육안으로 모니터링하거나, 모니터링 업체의 서버에 접속하여 발전량 그래프를 눈으로 확인하는 모니터링 수준이어서 부분적인 고장이 발생하여도 이를 파악하지 못하고 장기간 그대로 운영하여 수익 감소가 발생하는 일이 빈번하다(강석화 2015, 안혜원 2015).

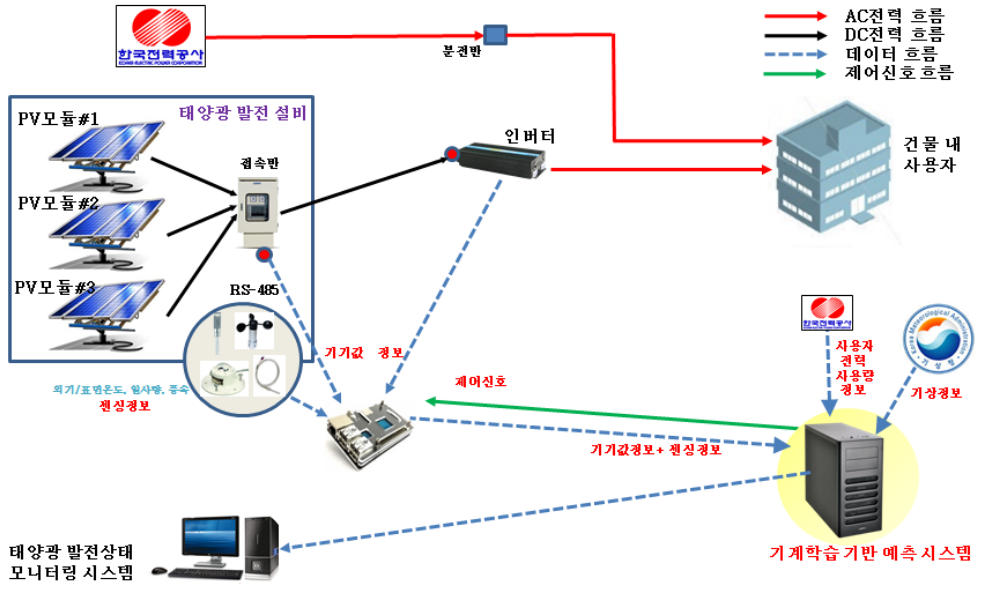
국내의 대표적인 태양광 발전 운영관리(O&M) 업체인 에스파워와 다쓰 M&S 등에서도 컴퓨터 화면을 통해 시간별, 일별, 월별 발전량을 눈으로 확인하는 수준이고, 기계학습 기반으로 발전량이 정상 수준인지 여부를 자동으로 판별하는 기술은 적용되고 있지 않다(권순범 2015, 홍성웅 2013).

독일, 스페인 등 유럽에서는 수 백 개의 태양광 발전 시설을 대상으로 수년 간의 기상정보 데이터를 빅데이터 분석하여 태양광 발전량을 예측하는 기술을 활용하여 시스템의 이상 여부를 자동으로 파악하는 기술이 연구되고 있으며, 이러한 기술은 수익 증대, 추가적인 투자유치, 태양광 발전 시장의 확대에 크게 기여할 기술로 주목 받고 있다(Harald 2017, Harald 2015, Bhavya Kausika 2014).

태양광 발전량은 일사량, 구름량, 온도 등 기상 상태에 정비례하는 특성이 있으며, 구름량 등의 기상 정보는 정밀하게 측정될 수 있는 데이터가 아니므로 특정한 알고리즘 기반의 태양광 발전량 예측 기술 보다는 수 년 간 누적된 기상정보를 바탕으로 기계학습과 빅데이터 분석 기술을 적용하는 것이 더 효과적이고, 시간이 지

남에 따라 더 정확한 발전량 예측을 할 수 있게 된다(한국기상산업진흥원 2013).

국내 연구소와 대학에서도 기상 정보를 바탕으로 기계학습을 하여 태양광 발전량이 정상 수준인지, 이상이 발생하였는지를 예측하는 연구가 진행되고 있다(임용택 2014, 하이레벤 2015). 연구되고 있는 기계학습 기반의 태양광 모니터링 기술이 개발된다면 [그림 2-1]에 나타난 바와 같이 태양광 발전 현장의 모든 데이터는 클라우드 서버에 존재하는 기계학습 기반 예측 시스템에 입력되어 현재의 기상 상태와 유사한 과거의 태양광 발전량과 비교하여 현재의 태양광 발전량이 정상적인지, 고장이 발생하였는지 등을 분석하고 이상이 발생하였다고 판단되면 자동으로 관리자에게 연락하여 문제를 해결할 수 있도록 지원하게 된다. 이러한 기능은 모든 정보를 눈으로 보고 사람이 판단하는 기존 시스템에 비하여 효율적 관리가 가능하다(장병렬 2010, Micheal J. Kelly 2002, Yan Zhang 2010).



[그림 2-1] 기계학습 기반 태양광 발전 모니터링 기술 개념도

이러한 기계학습 기반의 태양광 발전 모니터링 기술은 수동방식의 기존 모니터링과 비교하여 특별한 장치가 추가되는 것은 거의 없고, 기상청의 기상 데이터나 태양광 발전소에 설치된 센서 데이터를 기반으로 발전량을 예측하는 것이므로 추가적인 하드웨어 비용은 거의 발생하지 않는다.

2.2. 기계학습을 적용한 운영관리 서비스 사례 분석

기계학습 기술을 적용하여 복잡한 기계 시스템의 결함이나 손상 정도를 예측하는 기술은 시스템의 가동이 중단됨으로 인한 막대한 경제적 피해를 예방할 수 있으므로 최근에는 고장예지 및 건전성 관리(PHM, Prognostics and Health Management) 기술이 활발하게 연구되고 있다(서보성 2015, 이훈혜 2013, 오도은 2014).

산업 분야의 빅데이터를 기계학습하여 이상여부 진단을 하는 대표적인 사례로는 GE를 꼽을 수 있으며, 항공기의 각종 센서 데이터를 기반으로 기체 결함 징후를 사전에 분석하여 사전 수리를 가능하게 하는 서비스를 운영하고 있다. GE는 이러한 성공 사례를 시작으로 프레딕스(Predix)라는 빅데이터 기반 머신러닝 플랫폼을 상용화하고 있다(GE리포트코리아, 2014).

태양광 발전 분야도 기계학습 기반의 운영관리(O&M) 서비스가 적용되기에 적절한 분야이다(이의영 2005, Wiebke Reim 2015). 그러나 아직 기계학습 기반으로 태양광 발전 시스템의 이상여부를 자동으로 진단하여 주는 모니터링 서비스를 제공하는 곳은 국내외적으로 없는 상태이며, 논문과 기술 홍보를 통해 가능성을 연구하는 수준이다.

기존의 태양광 발전 운영관리 서비스는 센싱 데이터를 컴퓨터 화면을 통해 발전량이 정상인지를 사람이 수동으로 모니터링 하는 방식이며, 한 달에 한 번씩 현장을 방문하는 방식으로 운영되고 있다.

이와 달리 미래의 태양광 발전 운영관리 서비스는 센싱 데이터를 기상 데이터와 비교하는 방식의 기계학습 기술을 활용하여 태양광 발전 시스템이 정상으로 동작하고 있는지를 자동으로 판별하는 혁신적인 기술을 채택할 것으로 예상된다.

2.3. 와해성 혁신 이론

와해성 기술(Disruptive Technology)이라는 용어는 Harvard Business School의 Clayton M. Christensen 교수에 의해 사용되기 시작했으며, 처음에는 기존 시장에 별 영향이 없을 것 같은 신기술이 결국에는 기존 시장 지배자를 와해시키고 시장을 장악하는 혁신기술을 의미한다(클레이튼 크리스텐슨 2009).

혁신기술이 출현했을 때 기존 기술을 사용하는 시장지배자는 혁신기술에 의한 시장 잠식이 너무 작은 규모이고, 자신들이 사용하던 기존 기술에 의한 수익이 큰 상태이기 때문에 혁신기술을 무시하다가 혁신기술에 의해 시장의 대부분을 상실하고 기업이 와해되는 경우가 종종 발생한다. 그러나 혁신기술을 기반으로 기존 시장지배자(Incumbent)에게 도전하는 시장 진입기업(Insurgent)이 시장 와해에 성공할지 여부를 판단하는 것은 전문가들에게도 매우 어려운 일이며, 이러한 판단에 사용될 수 있는 방법론으로는 Harvard Business Review에 소개된 **와해성 혁신 6단계 모델**(Farshad Rafii 2002)이 대표적이다.

와해성 혁신 6단계 모델에서는 혁신기술이 기존 기술을 대체하기 위해서는 발판시장 진입, 주류시장 진입, 고객 관심도 확보, 고객 확보, 시장 지배자의 보복, 시장 지배자의 교체의 **6단계를 모두 성공해야 한다**고 하였다. 이 6단계는 다음과 같이 정의된다.

- **1단계 (발판 시장 진입)**: 수익이 작더라도 시장 진입자가 쉽게 확보할 수 있는 초기 시장이 있는지를 평가하는 단계

- **2단계 (주류시장 진입)**: 신기술 기반의 시장 진입자가 주류시장으로 들어갈 가능성이 있는지를 평가하는 단계

- **3단계 (고객 관심도 확보)**: 시장 진입자의 기술이 고객의 관심을 끌 수 있는지를 평가하는 단계

- **4단계 (고객 확보)**: 기존 시장지배자의 고객을 시장 진입자의 고객으로 끌어들일 수 있을지를 평가하는 단계

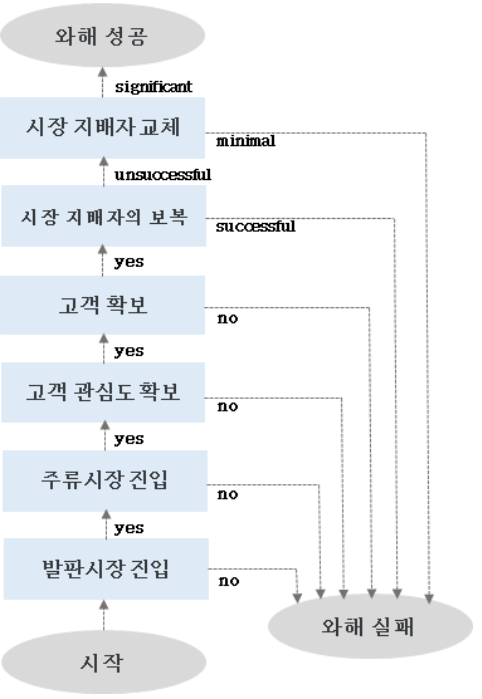
- **5단계 (시장 지배자의 보복)**: 고객을 빼앗긴 기존 시장지배자의 보복을 시장 진입자가 극복할 수 있는지를 평가하는 단계

- **6단계 (시장 지배자 교체)**: 신기술 바탕의 시장 진입자가 새로운 시장지배자가 될 수 있는지를 평가하는 단계

와해성 혁신 6단계 모델에서는 [그림 2-2]에 표시된 바와 같이 혁신기업의 도전은 발판시장 진입에서 시작하여 어느 단계라도 실패한다면 혁신기술에 의한 와해는 실패하게 된다는 것을 의미한다. 그러므로 혁신기업이 도전이 성공하기 위해서는 어느 단계가 가장 어려울 것인지를 파악하고 대비책을 세우기 위해 각 단계에서 어떤 어려움이 있을지를 파악해야 한다.

와해성 혁신 6단계 논문(Farshad Rafii 2002)에서는 각 단계별로 중요한 요인을 도출하여 전문가 집단의 판정을 통해 영향력을 점수화하여 혁신의 성공 여부를 판단해 볼 수 있는 방법론을 제시하였다. 이러한 방법론이 효과적으로 사용되기 위해서는 각 단계별 영향 요인을 정확히 도출하여야 하여야하며, 평가를 수행하는 전문가들이 방법론에 익숙하여야 한다.

또한 평가를 수행할 때 기술과 시장의 흐름을 정확하고 파악하고 객관적으로 평가하는 것이 가장 중요하다.



[그림 2-2] 혁신기업의 와해성 혁신 6단계 모델

각 단계의 요인별 영향력 분석은 [표 2-1]과 같이 해당 단계의 요인을 7점 척도로 평가하고, 각 요인의 중요도를 3점 척도의 가중치로 표현하여 점수화하는 방법으로 객관적으로 평가하도록 하였다.

6단계를 모두 평가한 후에 각 단계별 와해성 혁신의 가능성 평가 결과를 [표 2-2]와 같이 요약하면, 혁신기업이 어느 단계에서 애로를 겪을지를 명확하게 파악할 수 있을 것이고 이에 대한 대책을 세우는데 도움이 될 것이다.

[표 2-1] 특정 단계의 요인별 영향력 평가 방법 예시

고객 교체 단계											
와해를 어렵게 하는				중립	와해를 촉진하는				점수	가중치	가중 점수
요인	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	요인			
많은 장비가 교체되어야 하며, 교체비용이 많이 소요됨				1				적은 장비만이 교체되어야 하며, 교체비용이 적음	0	2	0
사용자 존속이 매우 강하다						1		사용자 존속이 최소한에 국한된다	2	2	4
합계	0	0	0	1	0	1		평균	1.0	2.0	2.0
가중 단계 점수 (평균가중점수/평균가중치)										1.0	

[표 2-2] 단계별 와해성 혁신 가능성 평가 요약 표 예시

단계	와해성 혁신의 부정적 요소 (-3 -2 -1 0)				와해성 혁신의 긍정적 요소 (1 2 3)			
거점시장확보	매력적이지 않은 거점시장				2.0			매력적인 거점시장
주류시장진입	높은 진입장벽				1.5			낮은 진입장벽
고객관심확보	추가된 가치가 적음				1.3			추가된 가치가 많음
고객확보	높은 교체비용				1.0			낮은 교체비용
주도기업보복	보복하기 쉬움		-1.9					보복하기 어려움
주도기업교체	낮은 수익 대체량				2.2			높은 수익 대체량

본 연구에서는 이러한 방법론을 사용하여 기계학습 기술이 태양광 발전 운영관리 시장에서 와해성 기술이 될 것이라는 예상을 바탕으로 그 가능성을 전문가 그룹의 설문을 통해 분석하여 어느 단계를 극복하기 어려울 것인지를 파악하고, 혁신이 일어날 수 있도록 지원하는 정책방안에 대하여 연구하고자 한다.

제 3 장 연구 설계 및 수행 과정

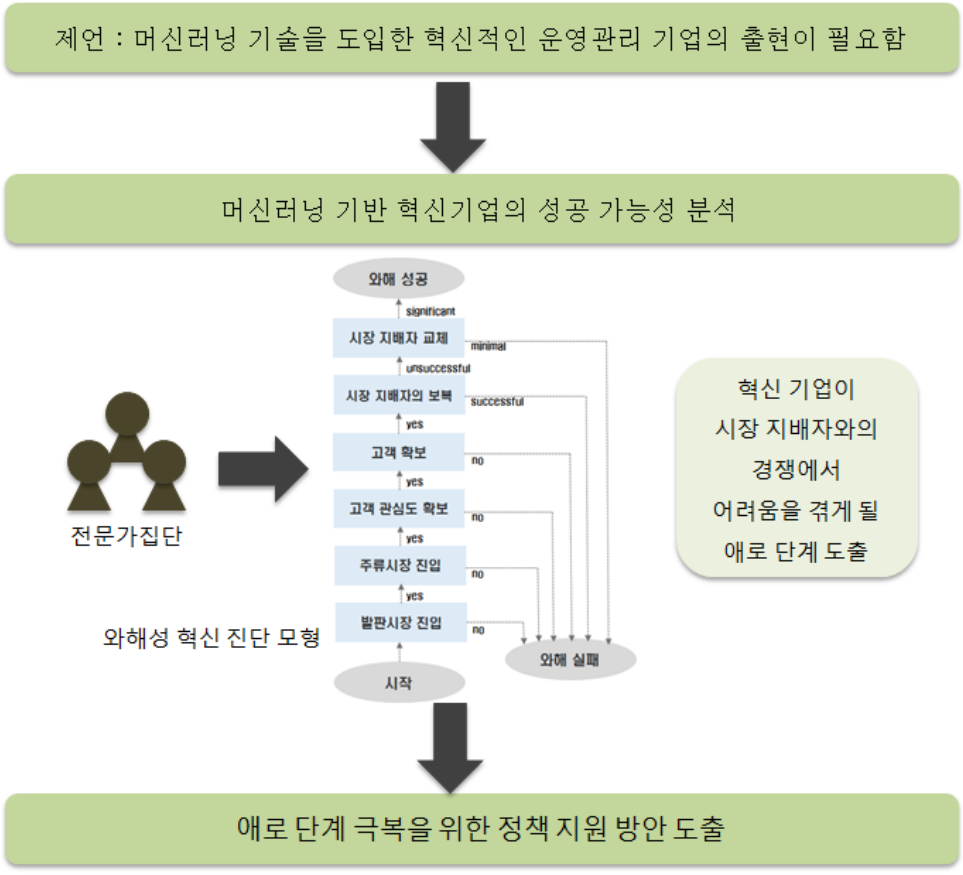
3.1. 연구 분석의 틀

본 연구에서는 태양광 발전 시스템의 성능 저하 현상을 조기에 자동으로 파악하여 운영관리자에게 통보하는 기술을 확보한 운영관리(O&M) 기업의 출현이 태양광 발전 분야의 성장을 위해서 필수적이라고 제안한다. 이러한 제안이 현실화되기 위해서는 수동방식으로 태양광 발전 운영관리 업무를 수행하던 기업이 기계학습 방식으로 시스템의 이상여부를 자동으로 예측하는 기술을 도입하고, 기존 방식을 사용하는 운영관리 기업들과 경쟁하여 시장에서 우위를 차지할 수 있어야 할 것이다. 기계학습 기술을 도입한 혁신적인 운영관리를 통해 태양광 발전 운영관리 서비스 시장을 장악할 수 있을 것인지 여부는 태양광 발전 분야의 산학연 전문가들의 의견을 통해 확인하고자 한다.

태양광 발전 분야의 산학연 전문가들의 의견 수렴은 설문조사 형식으로 진행하기로 하였다. 설문지 앞부분에 태양광 발전 운영관리 기업이 기계학습 기술을 확보하여 새로운 형태의 운영관리(O&M) 서비스를 제공하는 비즈니스 모델과 이러한 혁신 기술 기반의 기업이 기존 기업과 경쟁하여 살아남을 수 있을지 여부를 판단하는 와해성 혁신 6단계 모델을 설명하여 전문가들이 본 연구의 틀을 이해한 상태에서 설문에 임할 수 있도록 하였다.

전문가들의 평가 과정을 통해 점수화 된 평가 결과를 분석하여 기계학습 기반의 태양광 발전 운영관리 혁신 기업이 기존 방식의 시장지배 기업과의 경쟁과정에서 어려움이 있을 것으로 예상되는 단계가 무엇인지를 파악하고, 이 단계를 극복하기 위한 방안이 무엇인지를 파악하여 혁신기업이 애로 단계에

기업의 역량을 집중할 수 있도록 지원하는 방안을 도출하고자 한다. 또한 전문가 집단의 단계별 정량적 평가 결과와 정성적인 코멘트를 바탕으로 기계학습 기반 혁신적 운영관리 기업의 사업 성공을 위한 정책적인 전략을 제시하고자 한다. 이러한 연구 분석의 틀의 개념도는 [그림 3-1]에 정리되어 있다.

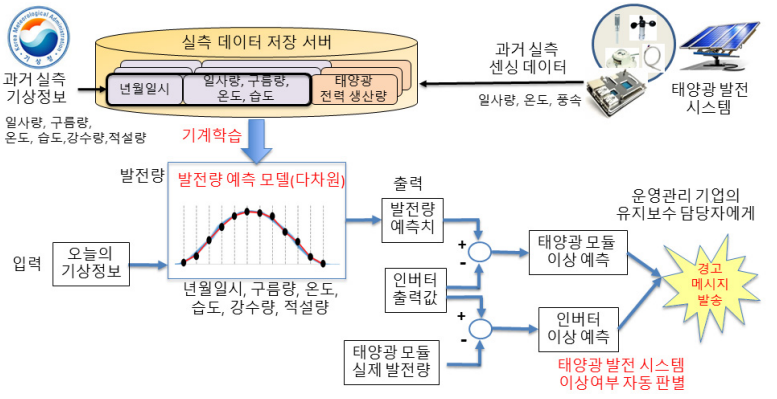


[그림 3-1] 연구 분석의 틀

3.2. 혁신 기업의 성공 가능성 분석 설문조사 설계

3.2.1. 기계학습 기반 태양광 발전 모니터링 기술 개념 제시

본 연구에서 사용한 설문조사서의 앞부분에서는 기계학습 기반 태양광 발전 운영관리 기업이 어떠한 방식으로 태양광 발전 시스템의 이상여부를 자동으로 예측할 수 있는지를 [그림 3-3]를 통해 설명하였다. 그림에 나타난 바와 같이 기상청으로부터 수집한 과거의 실측 기상 정보와 태양광 발전소 현장의 모든 센싱 데이터는 실측 데이터 저장서버에 입력된다. 축적된 빅데이터를 기반으로 기계학습을 하여 발전량 예측 모델을 만들고, 오늘의 기상 정보가 입력되었을 때 오늘과 유사한 기상상태를 보인 과거 특정일의 태양광 발전량을 찾아 비교하는 방식으로 현재의 태양광 발전량을 예측하게 된다. 이 예측 발전량을 기반으로 현재의 태양광 발전 시스템이 정상적인지, 고장이 발생하였는지 등을 분석하고, 성능 저하나 고장이 발생하였다고 판단되면 자동으로 유지보수 담당자에게 경고 메시지를 발송하여 문제를 해결할 수 있도록 지원하게 된다.



[그림 3-2] 연구 분석의 틀 개념도

기계학습 기반의 이러한 자동 예측 기술은 모든 센싱 데이터를 사람이 눈으로 보고 판단하여야만 하는 기존 시스템에 비하여 효율적인 유지관리를 가능하게 한다.

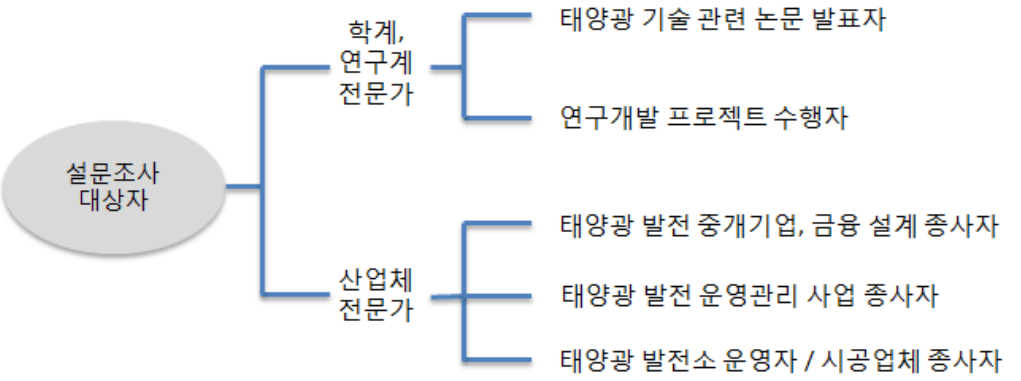
3.2.2. 기계학습 기반 태양광 발전 모니터링 기업의 개념 제시

본 연구에서 사용한 설문조사서의 앞부분에서는 기계학습 기반 태양광 발전 운영관리 기업이 수동방식으로 운영관리 서비스를 수행하는 기업과는 어느 점이 다른지를 정의하여 설문에 응하는 전문가들이 차이점을 분명하게 인식하고 설문에 응할 수 있도록 하였다. 즉, 기계학습 기반 운영관리(O&M) 기업은 수동 모니터링 방식으로 태양광 발전 운영관리를 수행하던 중소기업이 기계학습 기술을 보유한 IT 기업과 협력하여 시스템의 이상여부를 자동으로 예측하는 기술을 확보하여 새로운 서비스 방식으로 시장에 진입하려 한다고 가정하였다.

또한 기계학습 기반 운영관리(O&M) 기업은 기계학습 기술 확보에 추가적인 비용이 필요한 대신 태양광 발전 시설의 고장 여부를 자동으로 예측할 수 있으므로 무조건 주기적으로 월 1회 방문하던 수동 모니터링 기존 운영관리 기업은 주기적 방문 횟수는 줄이는 대신, 고장이나 현저한 성능 저하 등 이상발생이 예측될 때 유지보수 담당자에게 즉시 알려주는 서비스를 제공하는 방식으로 운영하게 된다고 가정하였다. 이러한 방식으로 운영할 수 있으므로 기계학습 기반 운영관리 비용은 기존 수동 방식의 운영방식 비용과 동일하다고 가정하였다.

3.2.3. 전문가 그룹별 설문 조사 대상자 선정

본 연구에서는 현재 태양광 발전 분야에 관련된 산학연 전문가들만을 대상으로 하였다. 설문 대상 전문가들은 [그림 3-2]에 나타난 바와 같이 학계/연구계 전문가 그룹과 산업체 전문가 그룹으로 나누어 선정하였다. 학계/연구계 전문가들은 태양광 발전 관련 논문을 발표한 경험이 있거나, 기술개발 보고서를 발표한 적이 있는 전문가들을 대상으로 하여 선정하였다. 산업체 전문가들은 태양광 발전 세미나에서 금융 설계, 운영관리, 시공, 발전소 운영 등에 대하여 발표한 전문가들과 현재 태양광 발전소를 운영하고 있는 현업 종사자를 대상으로 선정하였다.



[그림 3-3] 설문 조사 대상 전문가 그룹 구성

3.3. 혁신 기업의 성공 가능성 분석 설문조사 수행 과정

3.3.1. 와해성 혁신 이론을 적용한 단계별 극복 가능성 설문 조사

본 연구에서 설문 대상 전문가들에게 기계학습 기반 태양광 발전 운영관리 기술과 그러한 혁신 기술을 확보한 기업의 새로운 비즈니스 모델에 대하여 설명한 후, 와해성 혁신 6단계 모델에 기반하여 기계학습 기반 운영관리 기업이 태양광 발전 시장에서 성공할 수 있을지를 알아보기 위한 설문을 요청하였다. 단계별 질문의 내용은 다음과 같다.

- 1단계 통과여부를 묻는 질문은 기계학습 기반 운영관리 기업이 초기 발판시장에 진입할 수 있을지에 대한 질문들로 초기 발판시장의 확보 가능성과 혁신기업의 초기 발판시장에서의 존재감에 대하여 물어보았다.

- 2단계 통과여부를 묻는 질문은 기계학습 기반 운영관리 기업이 주류시장에 진입할 수 있을지에 대한 질문으로 시장 진입을 막는 강력한 특허의 존재 여부, 강력한 시장지배자의 존재 여부, 신규 태양광 발전소 설치 예정자와의 접촉 가능성, IT 기업 파트너 확보 가능성에 대하여 물어보았다.

- 3단계 통과여부를 묻는 질문은 기계학습 기반 운영관리 기업이 고객의 관심도를 확보할 수 있을지에 대한 질문으로 기계학습 기술이 시스템의 성능 저하를 자동으로 판별할 수 있다고 생각하는지 여부, 가동률 증대에 도움이 될 것인지 여부, 수익성에 도움이 될 것인지 여부, 기업 브랜드 제고에 도움이 될 것인지 여부에 대하여 물어보았다.

- 4단계 통과여부를 묻는 질문은 기계학습 기반 운영관리 기업이 기존 운영관리 서비스를 받던 고객을 유치할 수 있을지에 대한 질문으로 하드웨어 변경비용, 운영관리 업체 변경의 난이도, 방문 서비스 주기 단축 가능성, 기계학습 기술의 정확성에 대한 신뢰도에 대하여 물어보았다.

- 5단계 통과여부를 묻는 질문은 기계학습 기반 운영관리 기업이 기존 시장 지배자의 보복을 극복할 수 있을지에 대한 질문으로 기존 시장 지배자의 가격 보복 가능성, 재정의 여유 정도, 변화에 적응적인지 여부, 기술 도입 적극성, 기계학습 기술의 모방 가능성에 대하여 물어보았다.

- 6단계 통과여부를 묻는 질문은 기계학습 기반 운영관리 기업이 기존 시장지배자를 교체할 수 있을지에 대한 질문으로 기존 시장지배자에게 줄 타격의 정도, 기계학습 기술 도입으로 인한 비용 부담 정도, 기계학습 기술의 발전 추세에 대하여 물어보았다.

와해성 혁신 6단계에 대한 설문은 총 24개 문항으로 구성되었으며, 각 질문은 (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3) 중에서 하나를 선택하는 7점 척도로 응답하도록 하였다. 또한 각 질문의 비중(중요도)는 (1, 2, 3) 중에서 하나를 선택하는 방식의 3점 척도로 기록하도록 하였다.

또한 기계학습 기반 운영관리 기업이 와해성 혁신에 결국 성공할지 여부, 성공한다면 몇 년이 걸릴 것으로 예상하는지, 그리고 상세한 서술식 의견도 요청하였다.

3.3.2. 정책적 지원에 대한 2차 설문 조사

와해성 혁신 6단계에 대한 설문에 응해준 전문가만을 대상으로 1차 설문 조사의 결과를 알려 주면서 기계학습 기반 운영관리 서비스 기업의 성공을 위해 필요하다고 판단되는 정책에 대하여 설문하였다. 정책 관련 설문은 태양광 발전소에 설치된 센서로 부터 수집한 센싱 데이터 공유를 통한 빅데이터 확보의 필요성, 기상청으로부터 일사량 측정 데이터 확보의 필요성, 연구개발 과제 지원의 필요성, 기계학습 기술을 적용한 태양광 발전소에 대한 세제 혜택의 필요성, 공공기관 태양광 발전소에 대한 기계학습 기반 모티터링 기술 채택 의무화 정책의 필요성, 규제 완화의 필요성에 대하여 질문하였다.

또한 기계학습 기술이 적용될 경우 태양광 발전량 감소 방지 효과 여부, 신규 발전소 설치 수 증대 효과에 대한 의견도 질문하였다.

제 4 장 연구 결과 분석

4.1. 와해성 혁신 단계별 애로점 분석

기계학습 기반의 태양광 발전 운영관리 혁신 기업이 기존 방식의 시장지배 기업과의 경쟁과정에서 어려움이 있을 것으로 예상되는 단계가 무엇인지를 파악하기 위해 전문가들에게 발송한 설문지 중에서 학계 및 연구계 전문가 6명과 산업체 전문가 9명으로부터 답변을 받았다.

본 연구에서는 [부록 1]의 설문서를 사용하여 기계학습 혁신 기술을 바탕으로 하는 태양광 발전 운영관리 기업이 기존 시장 와해에 성공하기 위해 극복해야 하는 6 단계에 대한 질문을 하였으며, 전문가 15명 전체의 의견은 [표 4-1]에 요약되어 있다.

[표 4-1] 전체 전문가 1차 설문 결과

단계	전문가 평가 점수 평균
1단계 (발판 시장 진입)	0.24
2단계 (주류 시장 진입)	0.29
3단계 (고객 관심도 확보)	0.89
4단계 (고객 교체)	-0.25
5단계 (시장 지배자 보복)	-0.13
6단계 (시장 지배자 교체)	-0.11

본 연구에서 사용한 설문에서는 각 질문에 대한 점수와 질문의 비중을 기록하게 하였는데, 설문 문항별로 점수와 비중을 계산하였고 단계별 점수

평균값을 구하여 [표4-1]에 기록하였다. 양수 값이 나온 단계는 그 단계를 극복할 가능성이 높다는 것을 나타내고, 음수 값은 해당 단계를 극복하기 어렵다는 것을 나타낸다.

[표 4-1]에 나타나 바와 같이 전문가들은 기계학습 기반의 태양광 발전 운영관리 혁신 기업이 발판 시장 진입단계(1 단계), 주류시장 진입단계(2 단계), 고객 관심도 확보단계(3 단계)는 큰 문제없이 통과할 수 있을 것으로 보았다. 특히 3단계(고객 관심도 확보)에서 가장 높은 점수(0.89점)를 얻은 것은 기계학습 기술이 태양광 발전소 운영자(고객)의 관심을 확보하는 데 매우 유리하게 작용할 것이라고 판단하고 있음을 알 수 있다.

그러나 4 단계인 고객 교체 단계에서 가장 낮은 점수(-0.25점)를 받은 사실은 기계학습 기술 기반으로 고객의 관심을 확보하였다 하더라도 기존 시장을 지배하고 있던 기존 운영관리 기업과의 경쟁에서 신규 고객을 확보하는 것이 쉽지 않은 단계임을 나타낸다.

4 단계인 고객 교체 단계가 가장 극복하기 어려운 단계라는 의견은 [표 4-2]과 [표 4-3]에 나타난 바와 같이 학계 및 연구계 전문가 그룹과 산업체 전문가 그룹 공통의 의견이었다.

[표 4-2] 학계/연구계 전문가 그룹의 1차 설문 결과 요약 표

소 속	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계
전자부품연구원	2.50	1.14	2.82	1.27	0.14	0.71
대전대학교	-0.50	1.25	1.75	-0.75	-0.40	0.33
한국산업기술대학교	0.00	-0.50	-1.00	-2.00	-1.20	-2.33
한국수자원공사	-1.50	-1.30	0.14	-0.88	0.20	-1.88
국립부경대학교	1.00	1.17	1.60	0.75	0.63	-0.20
한국조명연구원	1.5	0.75	1.43	-0.43	-0.86	0.40
평균	0.50	0.42	**1.12**	**-0.34**	**-0.25**	**-0.50**

[표 4-3] 산업체 전문가 그룹의 1차 설문 결과 요약 표

소 속	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계
LG전자	-1.00	0.50	-0.14	0.43	-0.14	-0.20
LS전선	-0.20	-0.10	2.22	0.45	0.64	0.50
OCI	0.40	-0.20	0.67	-0.60	-2.30	-0.30
ATP Partners	1.33	1.14	1.80	1.50	-0.20	1.80
㈜솔트랙	-1.00	-1.00	0.25	-1.70	-0.40	1.00
KT	-0.50	0.00	-0.50	0.00	0.00	-0.30
㈜에스피에너지	2.00	1.50	0.56	-0.63	1.33	0.50
㈜나우솔리드	1.50	1.20	2.00	-0.75	-0.40	-0.75
효성 태양광발전	-2.00	-1.25	-0.20	-0.44	1.00	-1.00
평균	0.06	0.20	**0.74**	**-0.19**	**-0.05**	0.14

학계/연구계 전문가 그룹에서는 머신러닝 기반 혁신 기업이 4 단계(고객 교체, -0.34)는 물론이고 5단계(시장 지배자의 보복, -0.25)와 6 단계(시장 지배자 교체, -0.50)에서도 어려움을 겪을 것이라고 예상한 반면, 산업체 전문가 그룹에서는 4단계(-0.19)에 비하여 5 단계(-0.05)와 6단계(0.14)는 상대적으로 극복하기 쉬울 것으로 예상하였다.

대부분의 전문가들이 공통적으로 극복하기 어려운 단계라고 언급한 4 단계(고객교체 단계)의 세부 질문별 전문가들의 응답은 [표 4-4]와 같다. 각 세부 질문에 대한 응답은 각 질문의 점수와 비중(중요도)의 곱으로 나타내었다. [표 4-4]를 통해 알 수 있듯이 전문가들은 기계학습이 적용되기 위해서 필요할 수 있는 하드웨어 추가 비용에 대한 우려(설문 11)와 더 좋은 운영관리 서비스를 제공하여도 태양광 발전소 운영자는 쉽게 서비스 업체를 변경하지 않을 것이라는 우려(설문 12) 때문에 4단계(고객 교체 단계)의 극복이 쉽지 않을 것으로 예측하였다고 판단된다.

[표 4-4] 4 단계(고객 교체 단계) 설문별 응답 결과

	학계/연구계 전문가						산업계 전문가									계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
설문 11	6	-4	-6	-6	-4	-3	1	-6	-9	4	0	0	-6	1	3	-1.9
설문 12	3	0	0	-4	4	0	4	-4	0	0	-9	-2	-3	-1	-3	-0.9
설문 13	-4	-2	-6	4	4	2	-2	9	6	4	0	2	3	-1	-6	1.4
설문 14	9	0	-4	-1	2	-2	0	6	-4	4	-1	0	1	-2	2	0.6

하지만 전문가들은 이상여부를 자동으로 정확히 판정하는 기능이 제공된다면 유지보수를 위한 월 1회 방문 서비스의 주기는 더 길어도 된다(설문 13)고 판단하고 있으며, 기계학습 기반으로 태양광 발전 시스템의 이상여부를 자동으로 판정하는 기술의 정확도는 신뢰할 수 있는 수준이다(설문 14)라고 평가할 정도로 기계학습 기술에 대하여 긍정적이라고 판단된다.

4.2. 정책적 지원에 대한 제언 분석

본 설문에 응답을 해준 학계/연구계 및 산업체 전문가들 모두 4단계인 고객 교체 단계부터는 기계학습 기반 운영관리 서비스 기업이 어려움을 겪을 것으로 예상했기 때문에 1차 설문에 응답한 전문가들에게 [표 4-1]의 1차 설문의 결과를 알려주고 이 혁신기업이 살아남기 위해 필요한 정책 방안에 대해 2차 설문을 요청하였다.

1차 설문에 상세한 의견을 준 전문가 중에는 1MW 이상의 대규모 태양광 발전소에는 운영관리 인력이 상주해야 한다는 규정을 언급하며 기계학습 기반 태양광 발전 시스템의 예측 기술이 개발되더라도 현장을 방문하는 횟수는 감소할 수 없다고 의견을 보내온 전문가도 있었다. 이는 기계학습 기반의 새로운 서비스는 운영관리 인력의 상주 의무가 없는 중소규모 태양광 발전소를 대상으로 한다는 점을 간과한 것이라고 판단되어 2차 설문서에는 기계학습 기반의 혁신기업의 사업 영역을 아래와 같이 명시하였다.

- 태양광 발전소의 운영관리를 담당하는 기존 운영관리 업체가 기계학습 기반으로 성능저하 또는 고장여부를 자동으로 판별하는 기술을 확보하여, 상주 관리자가 필요없이 주기적인 방문 및 점검을 수행하고 있는 1MW 이하의 발전소, 특히 100KW 미만의 소규모 태양광 발전소를 신규로 설치하려는 고객을 더 많이 확보하는 방향으로 사업모델을 구상하고 있다고 가정한다.

2차 설문은 [부록 2]에 나타난 바와 같이 1차 설문 진행 시 받은 전문가들의 상세한 의견과 태양광 관련 자료를 바탕으로 기계학습 기반 운영관리 기업의 육성을 통해 시장 활성화에 도움이 될 수 있는 정책관련 질문을

도출하였으며, 추진 정책에 대한 질문과 정책 지원의 효과에 관한 질문으로 구성하였다.

<추진 정책에 관한 질문>

- 태양광 발전소들의 센싱 정보를 공개/공유하여 연구자들이 신뢰성 있는 장기간 대규모 태양광 발전량 데이터를 확보할 수 있도록 지원하는 정책

- 태양광 발전량 예측을 위한 기상청의 일사량 데이터를 무료로 공개/공유하여 연구자들이 신뢰성 있는 장기간 대규모 기상 데이터를 확보할 수 있도록 지원하는 정책

- 센서 등 장비 가격 최소화, 주변 태양광 발전소와 기상청 데이터를 활용한 예측기술 개발 등 저비용 투입으로도 기계학습 예측의 정확성을 향상시킬 수 있는 기술개발 정부 과제 추진정책

- 기계학습 적용 태양광 발전소와 기계학습 적용 운영관리 기업에 대한 세제혜택 정책

- 관공서에 설치된 태양광 발전 설비에 대해 기계학습 예측기술의 탑재를 의무화하는 등의 정책

- 소규모 저압 태양광 설비의 경우 기계학습 기술이 적용된다면 '전기안전관리자' 선임 제외 규정 신설 등 과 같은 규제 완화 정책

2차 설문의 내용 중에서 첫 번째와 두 번째 설문은 기계학습 기술의 정확성을 높이기 위해서는 정상상태의 데이터와 이상이 발생하였을 때의 데이

터를 포함한 방대한 분량의 실험 데이터 확보가 필수적(김인중 2016, 김판준, 2016)이기 때문에 본 연구자가 추가한 정책 설문이며, 태양광 발전과 관련된 기존의 정부 정책에서는 센싱 데이터나 기상 데이터 확보를 위한 연구에 지원한 사례는 없었다.

태양광 발전 관련한 대부분의 기존 정부 정책은 기술개발이나 세제혜택 기반으로 추진되고 있으므로(이용석 2010, 한국에너지공단 2016) 기계학습 기술이 적용된 태양광 발전 시스템에 대하여도 이러한 정책이 계속되어야 하는지를 확인하기 위해 이러한 설문을 준비하였다.

관공서에 설치된 태양광 발전 설비에 대해 기계학습 예측기술의 탑재를 의무화하자는 정책은 1차 설문 전문가의 의견에 기초하였으며, 공공기관이 신축, 증축 또는 개축하는 경우에 연면적 1,000㎡이상의 건축물에 대하여 예상 에너지사용량의 공급 의무비율 이상(17년, 21%)을 신·재생에너지로 공급토록 의무화하는 현재 시행중인 제도(한국에너지공단 2011)와 유사한 정책에 대한 설문 항목이다.

태양광 발전소의 규모가 20KW 미만이면 안전관리자 선임이 면제되며, 20KW 이상 1MW 미만의 태양광 발전소는 안전관리자를 채용하지는 않고 관리대행사에 위탁하여 관리할 수 있고, 1 MW 이상인 태양광 발전소에는 안전관리자가 상주하여야 한다는 규정이 있으며, 최근 안전관리자 상주 의무 규정이 1MW에서 3MW로 상향되었다(한국에너지공단 2017).

마지막 정책 설문인 소규모 저압 태양광 발전 시설에 대한 규제 완화 정책은 100KW 이하의 소형 태양광 발전소의 경우, 기계학습기반의 운영관리가 수행된다면 안전관리자 위탁관리도 필요 없다는 전문가의 의견을 반영하여 2차 설문 항목에 추가하였다.

<추진 정책의 효과에 관한 질문>

- 기계학습 기반 태양광 발전 운영관리 기업을 위한 정책지원은 발전량 감소 최소화에 효과가 있을 것인지 여부

- 기계학습 기반 태양광 발전 운영관리 기업을 위한 정책지원은 태양광 발전소 신규설치 수 증대에 효과가 있을 것인지 여부

기계학습 기반 운영관리 서비스 기업의 생존에 필요한 정책적 지원에 관한 설문은 1차 설문에 응답한 15명의 전문가에게 요청하였으며, 학계/연구계 전문가 4명, 산업체 전문가 2명 등 총 6명으로부터 응답 받았으며, 설문의 결과는 [표4-5]와 같다.

[표 4-5] 전체 전문가들의 2차 설문 결과

필요 정책	점수	현 정부정책과의 연관성	출처
기계학습을 위한 센싱 데이터 확보 지원정책	2.17	새로운 정책	기계학습 기술의 정확성을 높이기 위해서는 정상상태의 데이터와 이상이 발생하였을 때의 데이터를 포함한 방대한 분량의 실험 데이터 확보가 필수적(김인중 2016, 김판준, 2016)
기계학습을 위한 기상 데이터 확보 지원정책	2.5	새로운 정책	태양광 발전과 관련된 기존의 정부 정책에서는 센싱 데이터나 기상 데이터 확보를 위한 연구에 지원한 사례는 없음
기계학습 기술 개발 과제 지원 정책	1.5	기존 정책과 유사	태양광 발전 관련한 대부분의 기존 정부 정책은 기술개발 기반으로 추진 중(이용석 2010)
기계학습 운영관리 기업에 세제 혜택 정책	-0.33	기존 정책과 유사	태양광 발전 관련한 대부분의 기존 정부 정책은 세제혜택 기반으로 추진 중 (한국에너지공단 2016)
기계학습 기술의 공공기관 탑재 의무화 정책	-0.5	기존 정책과 유사	공공기관이 신축, 증축 또는 개축하는 경우에 연면적 1,000㎡이상의 건축물에 대하여 예상 에너지사용량의 공급 의무비율 이상(17년, 21%)을 신·재생에너지로 공급토록 의무화하는 현재 시행중인 제도(한국에너지공단 2011)

필요 정책	점수	현 정부정책과의 연관성	출처
기계학습 기술 적용 시 규제 완화 정책	-0.33	기존 정책과 유사	태양광 발전소의 규모가 20KW 미만이면 안전관리자 선임이 면제되며, 20KW 이상 1MW 미만의 태양광 발전소는 안전관리자를 채용하지는 않고 관리대행사에 위탁하여 관리할 수 있고, 1 MW 이상인 태양광 발전소에는 안전관리자가 상주하여야 한다는 규정이 있으며, 최근 안전관리자 상주 의무 규정이 1MW에서 3MW로 상향됨(한국에너지공단 2017)
기계학습 기술의 발전량 감소 최소화 효과	0.67	성과 질문	1차 설문 시 전문가 의견 참조
기계학습 기술의 신규 발전소 설치 수 증대 효과	0.33	성과 질문	1차 설문 시 전문가 의견 참조

[표 4-5]에 나타난 바와 같이 전문가 전원이 여러 태양광 발전소들이 협력하여 센싱 정보를 공개/공유하여 연구자들이 신뢰성 있는 장기간 대규모 태양광 발전량 데이터를 확보할 수 있도록 지원하는 정책과 기상청의 일사량 실측 데이터를 무료로 공개하는 정책을 추진하여야 기계학습 기술의 정확성이 제고될 수 있다고 응답하였다. 이러한 응답은 기술의 개발이나 물리적 형태를 가진 결과물이 산출되는 경우에 한정되었던 기존 정부 정책(이용석 2010)에는 없었던 내용이다. 기계학습 기술의 핵심은 유용한 데이터의 확보라는 점을 반영한 전문가들의 인식에 유념하여 향후 정부정책은 유용한 데이터의 확보를 위해 기업들이 서로 데이터를 공개하고 연구에 활용할 수 있도록 지원한다는 점을 파악할 수 있었다.

또한 1차 설문의 11번 문항에 대한 전문가들의 의견대로 기계학습이 적용되기 위해서 하드웨어의 추가는 최소화 되어야 하며, 기존의 센서와 기상데이터만을 이용하여 기계학습 기반 태양광 발전 시스템 이상여부를 예측하는 기술개발 과제의 추진이 필요함도 알 수 있었다.

그러나 기계학습 운영관리 기업에 대한 세제 혜택 정책, 기계학습 운영관리 기술의 공공기관 탑재 의무화 정책, 기계학습 운영관리 기술 적용 시 규제 완화 정책 등은 1차 설문 시 일부 전문가들이 제안하였으나 여러 전문가들의 공감대는 확보하지 못하였다.

기계학습 운영관리 기술의 발전량 감소 최소화 효과와 신규 발전소 설치수 증대 효과에 대하여는 거의 모든 전문가들의 공감대를 얻었다. 또한 기계학습 기반의 태양광 발전 운영관리는 어느 기업이 주도하여야 성공 가능성이 높다고 생각하느냐는 추가적인 질문에 대하여는 대다수의 전문가들은 운영관리 서비스를 운영하고 있는 기업이 주도하여 IT 기업과의 협력을 통해 기계학습 기술을 확보하는 것이 필요하다고 응답하였다.

제 5 장 결론

5.1. 연구결과와 요약

본 연구에서는 기계학습 기반의 혁신기술을 도입한 태양광 발전 운영관리 기업이 기존 시장 지배자와의 경쟁에서 우위를 차지하기 위해 극복해야 할 와해성 혁신 6 단계별 극복 가능성을 태양광 발전 분야의 전문가를 대상으로 설문조사하였다. 전문가들은 기계학습 기반의 태양광 발전 운영관리 혁신 기업이 발판 시장 진입단계(1 단계), 주류시장 진입단계(2 단계), 고객 관심도 확보단계(3 단계)는 큰 문제없이 통과할 수 있을 것으로 보았다.

그러나 4 단계인 고객 교체 단계는 가장 낮은 점수(-0.25점)를 받았으며, 기계학습 기술 기반으로 고객의 관심을 확보하였다 하더라도 기존 시장을 지배하고 있던 기존 운영관리 기업과의 경쟁에서 신규 고객을 확보하는 것이 쉽지 않은 단계임을 알 수 있었다.

고객 교체 단계를 극복하기 위해 추진해야 할 정책에 관한 2차 설문 조사에서 전문가 전원이 여러 태양광 발전소들이 협력하여 센싱 정보를 공개/공유하여 연구자들이 신뢰성 있는 장기간 대규모 태양광 발전량 데이터를 확보할 수 있도록 지원하는 정책과 기상청의 일사량 실측 데이터를 무료로 공개하는 정책을 추진하여야 기계학습 기술의 정확성이 제고될 수 있다고 응답하였다.

또한 전문가들은 기계학습이 적용되기 위해서 하드웨어의 추가는 최소화되어야 하며, 기존의 센서와 기상데이터만을 이용하여 기계학습 기반 태양광 발전 시스템 이상여부를 예측하는 기술개발 과제의 추진도 필요하다는 데 의견의 일치를 보였다.

그러나 기계학습 운영관리 기업에 대한 세제 혜택 정책, 기계학습 운영관리 기술의 공공기관 탑재 의무화 정책, 기계학습 운영관리 기술 적용 시 규제 완화 정책 등과 같은 정책은 1차 설문 시 일부 전문가들이 제안하였으나 여러 전문가들의 공감대는 확보하지 못하였다.

5.2. 태양광 발전 사업의 효율적 추진을 위한 제언

태양광 발전 시스템은 일단 시스템이 설치되면 기상의 영향에 따라 변동되기는 하지만 최대 가능 수익이 정해져 있고, 시스템의 성능 저하나 고장을 파악하지 못한 상태로 운영되면 실제 수익이 최대 가능 수익 보다 작아지는 문제가 발생하게 된다.

태양광 발전 사업을 추진하려는 입장에서도 이러한 문제에 대한 우려 때문에 사업의 추진을 망설일 수밖에 없는 입장이다. 기상정보를 기반으로 기계학습하여 현재의 태양광 발전 시스템이 정상적으로 운영되고 있는지를 실시간으로 판정하는 기술의 도입은 이러한 우려를 불식시키고 효율적으로 운영관리를 하여 발전량을 최대치로 유지하는데 크게 도움이 될 수 있을 것이다.

이를 위해서는 각 지역에 설치되어 있는 크고 작은 태양광 발전소의 센싱 데이터와 발전량 데이터를 공개/공유하여 기계학습 기반으로 태양광 발전 시스템의 이상여부를 연구하는 연구개발자들이 활용할 수 있도록 지원하는 정책의 추진이 필수적이다. 공유되는 센싱 데이터와 발전량 데이터가 정확하고 많을수록 기계학습을 통한 시스템 이상여부의 예측은 더 정확해질 수 있으므로 정부의 지원을 받은 태양광 발전 시스템에 대하여는 데이터의 공

개를 의무화하는 방안의 추진이 필요할 것으로 판단된다.

그러나 기계학습 기술을 공공기관에 적용하는 것을 의무화하거나 기계학습 기술을 적용하면 세제혜택을 제공하는 등의 무리한 정책은 바람직하지 않다는 전문가들의 의견대로 강제적인 방법이 아니라, 기계학습 기술이 수많은 태양광 발전소 현장을 통해 검증되고 신뢰를 받아서 정상적인 단계에 따라 시장에서 받아들여 질 수 있도록 지원하는 정책이 필요하다고 판단된다.

현재 시점에서는 기계학습 기반의 태양광 발전 시스템의 이상여부를 기계학습 기술을 통해 자동으로 예측하는 기술을 개발하는 많은 현장 검증 과제의 추진이 필요하다고 본다. 조만간 외국 기술을 도입하여 태양광 발전 운영관리를 수행하는 업체도 출현할 것으로 예상되므로 기계학습 기반 현장 검증과제에 대한 정부의 적극적 투자를 통해 태양광 발전 시스템은 물론이고 공장의 다양한 설비의 고장여부를 예측하는 데에도 활용될 수 있을 것이며, 이러한 기술은 빠르게 변화하는 4차 산업혁명 시대에 우리나라 기업들이 경쟁력을 갖출 수 있는 밑거름이 될 것으로 기대된다.

5.3. 연구의 한계점 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 혁신 기업의 성공 가능성을 분석하기 위해서 학계/연구계와 산업계 전문가들을 대상으로 와해성 혁신 6단계별 애로점 분석을 설문조사 형식으로 진행하였다. 하지만 가장 효과적인 방법은 전문가들을 한 곳에 모이도록 하여 조사의 취지를 설명하고 1차 설문을 한 후에, 각 단계별 전문가들의 점수 평균을 알려주고 서로의 의견을 나눌 수 있는 시간을 가진 후 2차 설문조사를 하는 방식이 가장 바람직할 것이다.

또한 태양광 발전 분야의 세미나 발표를 하거나 논문을 발표한 경험이 있는 전문가들을 대상으로 하여 수준은 매우 높았으나, 짧은 기간 안에 설문조사를 진행하다보니 통계적으로 분석하기에는 응답 수가 다소 적다는 한계가 있었다.

향후 유사한 연구를 수행할 경우, 해당 분야 최고 전문가 10명 정도를 한 곳에 모이게 할 수 있다면 연구의 취지를 설명하고 1차 설문한 후에 그룹토의를 하고 2차 설문을 하는 방법이 적절할 것이고, 200명 이상의 충분한 응답을 확보하는 방법을 선택한다면 선행연구를 통한 충분한 근거가 뒷받침되는 연구모형을 세우고 구조방정식을 사용하여 학계/연구계와 산업계 그룹별로 어떠한 의견차이가 있는지에 대해 확인적 요인분석을 하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

참고문헌

강석화(2015), 소형 태양광발전설비의 유지관리 서비스 모델 개발, *한국건축시공학회 2015년도 춘계 학술논문 발표대회 논문집, 제15권 1호.*

강정화(2015), 세계 태양광산업 최근 흐름, 한국수출입은행 해외경제연구소, 2015.

권순범(2015), 태양광산업에서 에스에너지의 비즈니스모델 진화과정, *Korea Business Review, 제19권 제4호.*

김광재(2011), 제품-서비스 통합시스템 : 현황 및 연구방향, Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, Vol.37, No.3, pp 234-247, 2011.

김봉균(2012), 전략적 니치관리(SNM)를 활용한 정부 신재생 R&D 성장과정 분석, 기술경영경제학회, 2012.

김인중(2016), 기계학습의 발전동향, 산업화 사례 및 활성화 정책방향, *SPRI Issue Report,* 2016.1.13.

김판준(2016), 기계학습에 기초한 자동분류의 성능 요소에 관한 연구, 정보관리학회지 33(2), 2016.6.

류지희(2010), 기업 생태계 관점에서 고찰한 제조업의 서비스화 이론 및 사례연구, 고려대학교 경영학과 석사학위논문, 2010.

박광태(2009), 제품-서비스 통합방안에 대한 사례연구, 한국기업경영학회, pp59-78, 2009

배국열(2017), 기계학습 기반의 태양광 출력 예측 및 예측 오차 분석, *한국통신학회 2017년도 동계종합학술발표회.*

서보성(2015), 고장예지진단 기술의 공학시스템에서의 성공사례와 비전, *한국소음진동공학회,* 2015.2.

안혜원(2015), 태양광발전소 O&M 관리를 통한 발전성능 향상 방안, *Journal of Climate Change Research*, Vol. 6, No. 2, pp. 105~111.

양동헌(2017), 효율적인 태양광 발전량 예측을 위한 Dynamic Piecewise 일사량 예측 모델, *한국정보과학회 컴퓨팅의 실제 논문지*, 제23권 제 11호.

에코퓨터(2015), 신재생 에너지 현황과 전망, *퓨처에코,*
www.ecofuturenetwork.co.kr/news/articleView.html?idxno=12440

오도은(2014), 전력산업에서의 빅데이터 활용 현황 및 전망, *전기저널* 2014년 11월호.

윤영주(2015), 유럽 태양광발전산업의 과제와 시사점, 세계 에너지시장 인사이트, 제15-43호, 2015.

이승민(2016), 기계학습을 이용한 태양광 발전량 예측 및 결함 검출 시스템 개발, 경북대학교 컴퓨터공학과 석사학위논문, 2016.

이승은(2016), 빅데이터를 활용한 에너지신산업 트렌드 분석, 한국혁신학회지, Vol.11, No.1, 2016.

이용석(2010), 신재생 에너지 기술개발사업의 효율적 성과관리 및 사업화 촉진 전략 연구, 전북대학교 박사학위 논문.

이의영(2005), 중소기업의 전자무역 활성화를 위한 가상기업 중개기관 연구, 통상정보연구, 제7권 제2호, 2005.

이중훈(2012), 제품-서비스 융합시스템의 성공요인에 관한 연구, 경기대학교 품질경영전공, 석사학위논문, 2012.

이훈혜(2013), 제조업 경쟁력 강화를 위한 빅데이터 활용 방안, 산업연구원, 2013.

임용택(2014), 기상정보를 고려한 태양전지의 발전량 단기예측에 관한 연구, 인천대학교 산업경영공학과 석사학위논문, 2014.

장기윤(2017), 2017년 국내외 에너지시장 전망, 포스코경영연구원 POSRI 이슈리포트, 2017.

장병렬(2010), 제품 서비스 융합을 위한 서비스 R&D 전략, *정책연구 과학기술정책연구원,* 제7권.

조윤제(2009), 협업사업모델을 통한 중소벤처기업간의 네트워킹 활성화방안에 관한 연구, 건국대학교 벤처전문기술학과 박사학위논문, 2009.

클레이튼 크리스텐슨(2009), 혁신기업의 딜레마, 이진원 옮김, 세종서적, 2009.

하이레벤(2015), 하이레벤, IoT 기반 빅데이터 이용한 태양광 발전 관리운영 기술선정, http://www.exposolar.org/2012.

한국기상산업진흥원(2013), 빅데이터 관점에서의 기상정보와 타산업간의 융합 방안, Issue Paper, 2013.4

한국수출입은행(2015), 세계 태양광시장 동향 및 주요 금융지원 모델, 한국수출입은행 해외경제연구소, 2015.

한국에너지공단(2011), 신재생에너지 공공기관 설치의무화 및 건축물 인증 설명회 자료, 한국에너지공단 신재생에너지센터, 2011.

한국에너지공단(2016), 태양광 발전 RPS 운영방안과 전망, *산업기술연구소,* 세미나 발표자료.

한국에너지공단(2017) 신재생·에너지신산업 규제 개선안 확정, 한국에너지공단.

홍성웅(2013), 태양광 발전 모니터링 에이전트 시스템에 관한 연구, 청주대학교 컴퓨터정보공학과 박사학위논문, 2013.

Bhavya Kausika(2014), A Big data approach to the solar PV market design and results of a pilot in the Netherlands, Research Gate, 2014.

Björn Wolf(2016), Statistical Learning for Short-Term Photovoltaic Power Predictions, *Computational Sustainability,* 21 April 2016, pp 31-45.

Farshad Rafii(2002), How to Identify Your Enemies Before They Destroy You, *Harvard Business Review,* November 2002.

GE리포트코리아(2014), GE산업인터넷 플랫폼, 프레딕스™(Predix™)에 대해 알아야 할 모든 것,
www.gereports.kr/ge-opens-industrial-internet-platform-predix-to-everyone.

Harald Överholm(2015), Collectively created opportunities in emerging ecosystems: The case of solar service ventures, Technovation 39-40, pp 14-25, 2015.

Harald Överholm(2017), Alliance formation by intermediary ventures in the solar service industry : implication for product-service systems research, *Journal of Cleaner Production,* Volume 140, Part 1, Pages 288-298.

IEA(2015), 국가별 재생 에너지 비중, 한국 재생에너지 사실상 '제로' 수준, *연합뉴스*, http://m.blog.daum.net/shbaik6850/16553788.

Jiaming Li(2016), Machine learning for solar irradiance forecasting of photovolataic system, Renewable Energy, pp 542-533, 2016.

Jie Shi(2011), Forecasting Power Output of Photovoltaic System Based on Weather Classification and Support Vector Machine, IEEE, 2011.

KoSIF(2015), 신재생법에 재생에너지기금 조항 삽입 추진, *한국사회책임투자포럼(KoSIF), www.ekn.kr/news/article.html?no=181526*.

LGERI 리포트(2015), 태양광 시대의 여명이 밝아오고 있다, LG Business Report, http://www.energynewbiz.or.kr/res/upload/20150715/061AA2584AED4850BDF83FD05F3B70D7.pdf

Mayukh Samanta(2014), Short-Term Power Forecasting of Solar PV Systems Using Machine Learning Techniques, Semantic Scholar, 2014.

Micheal J. Kelly(2002), Managing alliance relationships: key challenges in the early stages of collaboration, R&D Management, 2002.

Tao Hu(2015), Intelligent photovoltaic monitoring based on solar irradiance big data and wireless sensor networks, Ad Hoc Networks, 26 July 2015, pp 127-136.

Wiebke Reim(2015), Product-Service Systems(PSS) business models and tactics-a systematic literature review, Journal of Cleaner Production, pp 61-75, 2015.

Yan Zhang(2010), Innovation Search of New ventures in a Technology cluster: The Role of Ties with Service Intermediaries, Strategic Management Journal, pp 88-109, 2010.

3

스마트팜 기술의 특허정보 분석을 통한 산업전략 방향에 관한 연구

박수민

요 약

현재 국내 농가(수) 및 노동인구의 감소, 농업경쟁력 약화, 한반도 기후변화 이상 등 농촌 환경을 둘러싼 문제를 타개하기 위한 노력의 일환으로 ICT 기반 스마트 농업 기술 도입 및 추진이 필요하며, 이에 대한 기술개발이 이루어져야 한다.

이에 본 연구에서는 현재 스마트팜 기술개발 현황에 대한 진단과 더불어 산업발전을 위한 발전전략 수립에 기여할 수 있는 근거자료 마련을 목적으로 주요 국가별 기술개발 추이와 특허문헌의 주요 출원인, 기술경쟁력 및 영향력 지수 등을 분석하였다. 특허분석을 위하여 WISDOMAIN 검색 엔진을 활용하였으며, 2000년부터 2015년까지의 미국, 유럽, 일본, 한국 특허 4종을 대상으로 센서, 제어, 통합관리를 포함한 '스마트팜 시설원예 기술'관련 특허 총 3,710건을 분석하였다. 본 특허DATA는 각 세부 기술별 특허DATA를 수집하고 이를 통합하여 분석하는 방법으로 수행하였으며, 분석한 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 미국, 유럽, 일본, 한국 모두 스마트팜 기술 관련 특허출원 활동이 증가하고 있으며, 최근에는 통합관리 기술의 개발이 증가하고 있다.

둘째, 미국, 유럽은 다양한 국가의 출원인이 특허출원을 하고 있으나 우리나라는 정부, 대학, 연구소 중심의 자국 출원인이 주로 출원하고 있는 것으로 나타났다.

셋째, 기술경쟁력, 영향력 측면에서 미국과 유럽 국가의 특허가 상대적 우위에 있는 것으로 나타났으며, 피인용도와 패밀리특허(수)도 국내 출원 특허보다 높은 수준으로 나타났다.

본 연구에서는 이러한 분석결과를 기반으로 정부중심에서 기업중심의 R&D 전략 수립이 필요함을 제시하며, 산업 활성화 수준 제고에 따른 정부지원책이 기업의 자생을 위해 존재해야 함을 제안한다. 아울러, 최근에는 센서기술과 더불어 통합관리 기술을 통한 농산물 품질 개선과 생산량 증대를 위한 기술개발이 이루어지고 있으므로 글로벌 기술경쟁력 강화를 위한 기술개발 방향성 정립도 필요하다 제안한다.

목 차

■ 요약 ····· 99

제 1 장 연구배경 ····· 103

제 2 장 연구 설계 ····· 107

2.1. 연구수행 목표 ····· 107

2.2. 연구범위 ····· 108

2.3. 연구방법 ····· 110

제 3 장 연구결과 ····· 111

3.1. 국내외 기술개발 동향 ····· 111

3.2. 국내외 산업 및 시장동향 ····· 123

3.3. 특허동향 분석 ····· 125

제 4 장 결론 ····· 142

4.1. 분석결과 ····· 142

4.2. 연구 의의 및 한계 ····· 143

참고문헌 ····· 144

제 1 장 연구배경

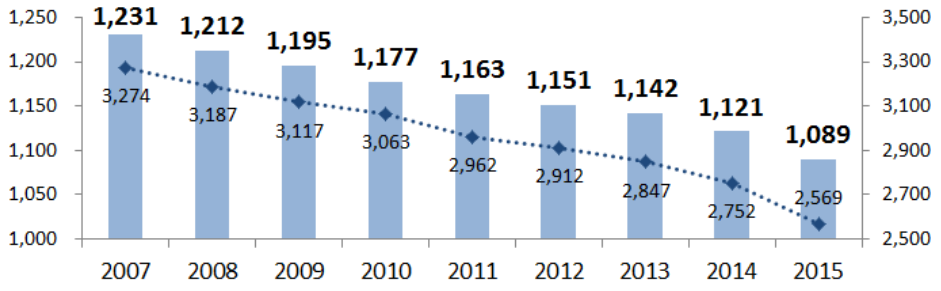
국내 농가(수) 감소, 농가 소득의 정체, 한반도 기후변화로 인하여 농작물 생산량 감소 등 농업을 둘러싼 이슈는 점차 악화되고 있다.

실제 통계청 자료, [표1-1]에 따르면, 2015년 기준 농가(수)는 전체 가구수 대비 5.7% 수준에 불과하며, 농가인구 역시 5% 수준인 약 257만 명 수준에 그치고 있다. 총 가구(수) 대비 농가(수)는 점차 감소하고 있는 추세이다. 이와 더불어 농가 고령화율은(65세 이상 인구비중) 2015년 기준 38.4%로 나타남에 따라 농가의 양적 감소, 고령화가 진행되고 있는 것을 알 수 있다.

[표 1-1] 농가 및 농가인구

(단위: 천호, %, 명, 천명)

구 분	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15
농가수	1,231	1,212	1,195	1,177	1,163	1,151	1,142	1,121	1,089
농가 /총 가구(%)	7.5	7.3	7.1	6.9	6.6	6.4	6.3	6.1	5.7
농가인구	3,274	3,187	3,117	3,063	2,962	2,912	2,847	2,752	2,569
농가인구/ 총 인구(%)	7	7	6	6	6	6	6	6	5
65세 이상 비중(%)	32.1	33.3	34.2	31.8	33.7	35.6	37.3	39.1	38.4

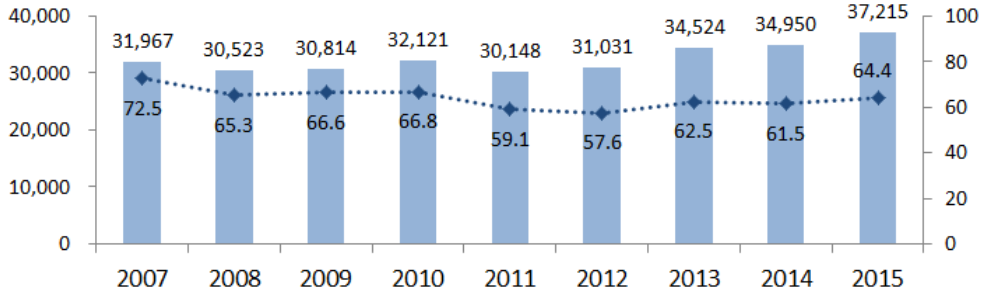


농가소득에 대한 통계청 자료 [표1-2]에 따르면, 2007년부터 2015년도까지 농가소득은 일부 등락세를 보이며 3,000만원대 수준이었으나, 도시근로자 가구 대비 소득 수준은 72.5%('07)에서 64.4%('15)으로 낮아지고 있는 것을 확인할 수 있다.

[표 1-2] 농가 및 농가인구

(단위: 천원, %)

구 분	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15
농가소득	31,967	30,523	30,814	32,121	30,148	31,031	34,524	34,950	37,215
도시 근로자 소득 대비	72.5	65.3	66.6	66.8	59.1	57.6	62.5	61.5	64.4

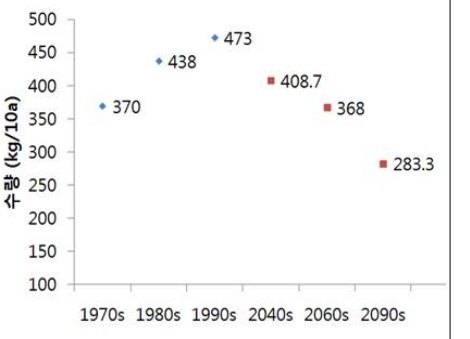


또한, 한반도를 둘러싼 온난화 등 기후변화로 인하여 농작물의 생산량이 지속적으로 감소하고 있는 가운데, 실제 쌀 생산 수량이 2040년대 13.6%, 2060년대 22.2%, 2090년대 40.1% 감소할 것으로 전망하고 있는 [표1-3]과 같은 자료도 확인할 수 있다.

[표 1-3] 시나리오에 따른 쌀 생산 수량 감소율/변화

구분	2040s	2060s	2090s
강원	9.8	15.5	27.4
경기	14.0	26.0	43.1
경남	13.1	22.2	41.6
경북	11.6	20.2	38.2
전남	13.6	20.4	37.8
전북	14.7	22.3	41.4
충남	17.1	26.3	44.0
충북	9.6	18.4	37.3

RCP 8.5dp 따른 연대별 쌀 생산수량 변화



* 자료: 식품저널뉴스
* 농촌진흥청은 기후변화에 관한 국가간패널(IPCC) 5차 보고서, RCP 8.5시나리오(기상청)를 기반으로 벼 재배지역에서 핸재 품종과 재배법을 유지한다는 가정아래 쌀 생산성 변화를 분석

농림축산식품부 자료에 따르면, 2015 양곡연도 식량자급률이 전년대비 0.5%p 오른 50.2%로 집계 됨에 따라 2011년 이후 지속적으로 상승하는 추세로 나타나나, 국내 식량 자급률은 50% 이하이며, 곡물 자급률은 25% 이하 수준인 24%로 나타남에 따라 OECD 국가 34개국 중 식량안보지수가 최하위 수준인 32위로 나타났다. 반면, OECD회원국 중, 호주의 곡물자급률은 229%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 캐나다(192%), 프랑스(181%) 순으로 나타났다. 즉, 우리나라 식량·곡물 자급률은 각 50%, 25% 수준 이하로, OECD 회원국 중 최하위 수준임에 따라 식량안보 문제 해결을 위한 스마트 농업 기술 도입이 필요하다.

[표 1-4] 양곡연도별 자급률

구 분	2011	2012	2013	2014	2015
식량자급률(%)	45.2	45.7	47.5	49.7	50.2
곡물자급률(%)	24.3	23.7	23.3	24.0	23.8

* 자료: 농림축산식품부

상기 언급 하였듯이, 농가(수) 및 노동인구의 감소, 농업경쟁력 약화, 한반도 기후변화 이상 등 농업 환경을 둘러싼 문제를 타개하기 위한 노력의 일환으로 ICT(Information&Communication Technology) 기반 스마트 농업 기술 도입 및 추진이 필요하며, 이에 대한 기술개발이 이루어져야 한다.

이를 위해 현재 스마트팜 기술개발 현황에 대한 진단과 더불어 산업발전을 위한 전략방향을 도출하고, 국내 현황에 적합한 '한국형 스마트팜 기술개발'이 필요하다.



[그림 1-1] 연구배경 및 필요성

제 2 장 연구 설계

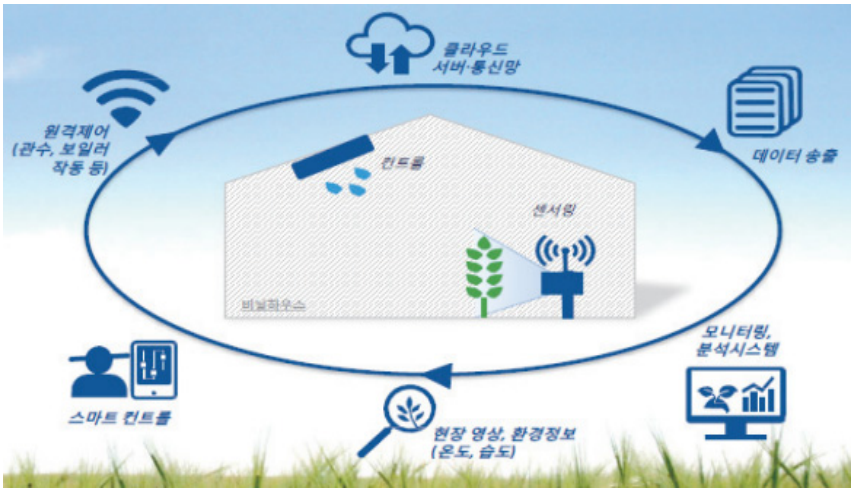
2.1. 연구수행 목표

스마트팜 기술은 농업분야 전반에 걸쳐 농업기술과 ICT 기술과의 융복합화 됨에 따라 이슈화 되고 있으며, 국내 스마트팜 기술개발 환경에도 영향을 미칠 것으로 예측됨에 따라 다음과 같은 질의에 대하여 분석하고 결과를 정리하는 것으로 목표를 설정하였다.

우선, 미국, 유럽, 일본 등 주요 국가별 스마트팜 기술개발방향과 특허출원 현황에 대하여 분석한다. 이와 더불어 스마트팜 기술이 개발되기 시작한 시점과 나라별 개발양상은 어떠한지 분석한다. 한편, 국내 스마트팜 시설원예 기술 개발 추이와 양상, 출원인 등에 대하여 분석하고 대기업/중소기업/연구소/대학 중, 중소기업이 주도하고 있는지, 해외 기술개발 동향과 비교하였을 경우 어떠한 차이가 있는지 다양한 관점에서 분석 결과를 도출한다.

2.2. 연구범위

스마트팜은 광의, 협의적 의미를 통해 해석할 수 있다. 스마트팜은 농업분야의 생산, 유통 및 소비 전반에 ICT(정보통신기술)을 적용하여 원격으로 생육환경을 관리하고 생산효율을 높이는 농장을 의미하지만, 좁은 의미로 한정한다면 데이터 기반의 IT기술을 비닐하우스나 축사, 과수원 등에 적용하여 작물이나 가축의 생육 환경을 원격으로 적정 유지 및 관리하는 것을 의미한다. 반면, 넓은 의미로는 농업분야에서의 농산물의 생산에서부터 유통, 소비까지 전주기 과정에 융·복합 기술을 적용하여 농촌 삶의 질을 향상하는 농업형태까지 포괄한다.



[그림 2-1] 스마트팜 구조

농업분야는 생산, 유통, 소비 단계로 구분할 수 있으며, 전반적으로 각 단계별 농업기술이 ICT 기술과 융복합하여 시설원예 환경제어, 지능형 축사관리, 산지유통센터 ERP, 식재료 안심유통 등에 대한 기술 발전에 기여하고 있다.

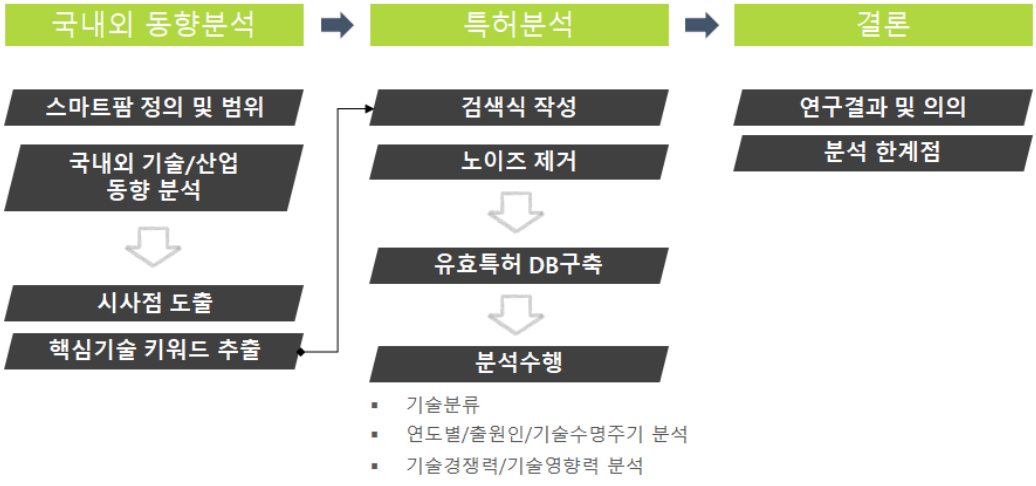
[표 2-1] 농업과 ICT 융복합의 주요 유형 및 사례

구 분		구 분
생산	시설원예 환경제어	센싱기반 시설물에 대한 제어와 생장환경 관리 - 온도, 습도등의 환경센서와 창문, 차양 등 시설센서를 포함
	지능형 축사 관리	센서를 활용한 축사환경 제어와 질병관리
유통	유통센터 ERP	- 유통센터 경영과 생산·가공·유통 관리 - 가상스토어를 통한 농산물 전자거래
소비	재료 안심유통	식재료에 대한 정보를 모니터링 생산-가공-유통 이력과 인증정보를 제공 - RFID를 활용한 이력추적관리

특히, 국내 스마트팜의 경우 농업생산을 중심으로 전개되고 있으며, 생산 단계 중에서도 모니터링과 반자동 컨트롤 기능 위주로 치중되어 있다. 국내에 보편적으로 적용되고 있는 스마트팜 모델로는 '스마트 온실', '스마트 과수원', '스마트 축사' 등이 있으나, 본 과제에서는 '스마트 온실' 중심 기술에 대한 분석을 수행하고자 한다.

2.3. 연구방법

본 연구에서는 문헌자료 검토를 통하여 국내외 스마트팜 기술개발 동향과 산업 및 시장동향을 선제적으로 파악한다. 수집한 국내외 산업 및 시장, 기술동향 관련 문헌자료를 기반으로 특허분석에 활용 할 기술 핵심 키워드를 도출하고, 이를 기반으로 스마트팜 기술 관련 연도별 특허출원동향과 주요 출원인, 기술수명주기, 기술경쟁력 및 영향력 등 특허분석을 수행하여 국내 기술수준에 대한 진단과 산업 활성화에 기여할 수 있는 기술개발 방향을 도출하고자 한다. 더 나아가 수행한 국내외 환경분석, 특허분석 수행 결과를 종합 정리하고 본 연구를 수행함에 있어 연구에 대한 의의와 한계점을 동시에 제시하는 일련의 과정으로 수행한다.



[그림 2-2]연구 수행 프로세스

제 3 장 연구결과

3.1. 국내외 기술개발 동향

3.1.1. 해외 기술동향

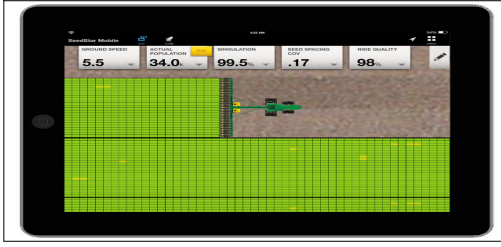
세계 농업 선진국인 미국, 네덜란드, 일본 등에서는 농산물의 품질향상과 생산성 증대를 위한 첨단기술을 개발하고 있다. 특히, 네덜란드, 일본은 HW나 관제제어 SW, 재배기술 노하우 등을 종합하여 재배관련 전문가 시스템과 생육 진단 및 분석 알고리즘 분야에서 우위에 있다고 볼 수 있다.

[표 3-1] 주요국(미국, 유럽, 일본) 기술동향

구분	주요내용
 <미국>	▪ 미국은 농업 관련 융복합 기술 개발 추진 ▪ (구글) 토양, 수분, 작물건강 관련 빅데이터 수집을 통한 AI 의사결정 지원 시스템 개발 ▪ (몬산토) 다국적 식량 기업으로 1조 원을 투자하여 ‘클라이미트 코퍼레이션’을 인수하고, 미국의 기후정보 데이터, 과거 수확량, 토양 데이터 등을 확보하여 ‘지능형 SW 플랫폼’ 공급
 <네덜란드>	▪ 대표적 원예국가로 전체 온실의 99%가 유리온실임과 동시에 복합환경제어가 가능한 시스템을 구비 ▪ 수십년 누적 데이터와 농작물 재배 환경에 대한 노하우를 기반으로 각종 센서, 제어솔루션을 개발
	▪ 후지쯔, NEC, NTT 등 대기업 중심으로 농업 관련 ICT기술을 적용한 다양한 서비스를 제공 - 농업관리 클라우드 서비스(후지쯔의 아키사이), 농산물

구분	주요내용
<일본>	이력추적 서비스(IBM), M2M기반 생육 환경 감시 및 물류서비스(NEC의 Connexive) 등

조금 더 세부적으로 미국, 유럽, 일본의 기술개발 동향에 대하여 분석해 보자면 다음과 같다. 미국의 경우 SW 플랫폼을 중점적으로 개발하고 있다. John Deere社는 자사의 재배장비와 연동 가능한 SW제품인 SeedStar Mobile을 상용화 하여 자사 파종기와의 연동을 통해 파종 수행 현황과 그 결과 데이터를 실시간으로 전송하고, 영상 정보 기록·이력관리 등을 지원할 수 있게 하였다. 듀퐁社는 1999년에 종자회사인 파이오니어를 인수한 뒤 본격적으로 식량산업을 추진하였으며 이와 관련 웹 기반 경작기 관리 도구 등을 상용화 하였다. 2013년에는 실시간 기후 데이터 분석 및 관리하는 플랫폼인 'Field360'을 공개한 이후 웹 기반의 경작기 관리 도구, 모바일 앱등을 상용화 하였다. 특히, Field360 Notes는 GPS 태그로 메모, 사진 기능을 제공하고 어디서든지 자신의 농장을 관리할 수 있게 지원하였다.

'SeedStar Mobile' 구현 화면	Pioneer 'Filed360' Tools
	

[그림 3-1] SeedStar Mobile(좌) 과 Field360(우)

그 외에도 몬산토는 1조 원을 투자하여 ‘클라이미트 코퍼레이션(The Climate Cooperation)’을 인수, 그 후 미국 전역에 스마트팜 소프트웨어 플랫폼 공급하였다. 이를 기반으로 작물별 수확 피해 발생률을 계산하고, 농가에 맞는 맞춤 보험 프로그램을 제공하였다. 또한, 구글社는 토양, 수분 등 각 종 작물건강 관련 데이터를 축적하여 종자, 농약 살포에 도움이 되는 AI 의사결정 지원시스템 기술 개발 중에 있으며, 최근에는 로봇, 드론, 센서 등을 통해 농가를 실시간 관리할 수 있도록 상용화에 앞장 서고 있다.

미국과 더불어 네덜란드는 세계 최고 수준의 시설원예 ICT 기술을 활용한 온실 환경 제어 시스템을 개발하여 세계 각 국으로 수출하고 있으며, ICT 기술과 에너지 관리 및 재해방지 기술이 결합된 표준모델에 복합 환경 제어가 가능한 시스템을 구비하고 있다. 뿐만 아니라, 주요 기자재가 규격화 되어 있으며 내구성과 신뢰성도 역시 우수하고 누적된 데이터를 기반으로 재배환경에 최적화된 솔루션을 개발해 오고 있다. 이러한 기술개발을 통하여 네덜란드에 존재하는 식물공장은 고도화된 유리 온실과 대형 시설에서의 계획된 생산을 실시하여 생산성 제고에 기여하고 있다. 최근, 2020년까지 자급 에너지 뉴트럴 즉, 온실 內 에너지 투입과 산출이 제로섬인 시스템을 구축하는 것을 목표로 환경에 미치는 영향 최소화와 동시에 유리 온실의 에너지 비용 절감, 작물 보호, 생산성 증대 등을 위한 다목적 프로그램을 수립하여 운영하고 있다. 네덜란드의 시설원예 관리시스템 개발업체인 ‘Priva’는 온실 작물 재배를 위한 환경을 관리할 수 있는 제어 시스템과 양액자동제어 시스템을 개발하여 농작물 생육에 필요한 온/습도, 영양요소를 관리할 수 있도록 하였다. Hortimax社는 복합 환경 제어기를 생산하는 전문회사로, Hortimax社에서 개발한 복합 환경 제어기를 국내 파프리카 농사에 주로 활용하고 있다.

온실환경제어시스템(Priva社)	복합환경제어기(Hortimax社)
	

[그림 3-2] 온실환경제어시스템(좌)과 복합환경제어기(우)

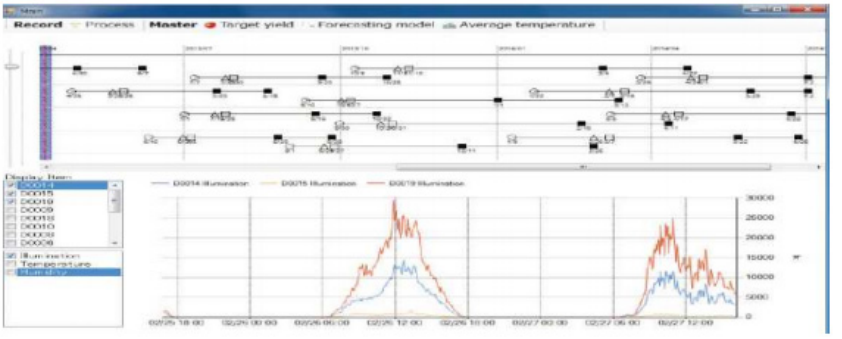
일본의 후지쯔의 'Akisai'는 센서를 활용하여 재배환경 데이터를 실시간 계측 및 수집하고, 이와 동시에 Cloud 서비스를 활용하여 데이터 축적 및 분석 후 농가에 필요한 최적 물, 비료양을 제시하는데 활용하였다. 이를 통해 농가의 수확량이 20~30% 증가하였으며, 농가별 생산계획, 수확량 예상 등이 가능해짐에 따라 농산물 조달 계획 수립을 위한 데이터 기반자료로 활용되고 있다.




[그림 3-3] 토양수분센서 및 양액제어시스템

아울러, 기후변화 속에서도 소비자 만족도 제고에 기여할 수 있도록 토마토 공급량을 일정하게 유지하는 스케줄링 SW를 개발하여 시험 운영 중에 있다. 특히, 일본의 시설원예 ICT 기술개발은 단편적인 환경제어 수준이 아닌 재배기술 노하우의 SW화를 통해 품질 최적화에 기여할 수 있는 기술을

개발하고 있다. 더불어 후지쯔는 '클린룸'이라는 클라우드 기반 폐쇄형 식물 공장을 만들어 외부 날씨변화에 관계 없이 안정적으로 농산물이 공급 가능한 환경을 구축하였다.



[그림 3-4] 스케줄링 시스템 화면

3.1.2. 국내 기술동향

시설원예 분야의 선도국 대비 우리나라의 기술수준은 어떠하며, 개발동향은 어떠할까? 민간 기업을 중심으로 기술이 개발되고 있는 해외 동향과는 달리 국내 시설원예 기술분야는 정부를 중심으로 개발되고 있으며, 스마트팜 시범사업 등의 추진을 통해 농업 ICT 융합기술 개발이 이루어지고 있다. 농업 ICT 융합기술과 이에 대한 표준화, 그리고 농업인의 인식 부족, 전문인력 부족 등 스마트팜 관련 기술개발을 위한 인프라가 미흡한 실정이며, 민간주도의 기술 개발에 한계가 존재한다. 국내에서는 '시설농업 ICT 융복합 산업화 모델개발 사업', 'ICT 융·복합 모델 현장 실증 및 보급 사업' 등 다양한 사업을 추진하고 있으나, 구체적 방향 정립 없이 추진되는 산발적 지원으로 인해 실제 농가 현장에서의 만족도는 낮다. 이에 따라 최고 수준의 '한국형 스마트팜 모델 기반 구축'을 위한 사업을 추진할 것으로 보인다.

[표 3-2] 한국형 스마트 온실의 세대별 모델

구분	세부내용
1세대	▪ 센서, 카메라를 통해 온실 내부 환경을 모니터링하고, 설정된 환경 기준에 따라 원격·자동 제어 ▪ 농업 작업의 편리성 향상을 목표로 함
2세대	▪ 온실 대기 및 토양환경과 농작물 스트레스 실시간 계측 ▪ 이에 환경제어 알고리즘을 적용하여 지상·지하부 환경 제어 ▪ 빅데이터 분석을 통한 영농 의사결정을 지원하는 서비스 제공 ▪ 최적 환경 제어를 통한 생산성 및 품질 향상을 목표로 함
3세대	▪ 복합에너지 최적기술 적용, 로봇 및 지능형 농기계를 통한 농업작업을 자동화 ▪ 작물의 영양, 질병 감염 상태를 조기 진단·처방하는 기술개발을 통해 최적 에너지 관리 및 농업 작업의 자동화를 목표로 함

국내 기업 중 스마트팜 관련 기술개발을 추진하는 기업은 이동 통신 3사(SKT, KT, LGU+)가 있으며, 구축되어 있는 인프라를 활용하여 스마트팜 사업을 추진하고 있는 것으로 나타났다.

[표 3-3] 국내 이동통신 3사의 스마트팜 관련 기술개발 현황

구분	세부내용
SKT	▪ SK텔레콤은 세종시와 협력하여 공동으로 스마트 팜을 구축 ▪ 스마트폰을 통해 원격 제어가 가능한 '지능형 비닐하우스

<table>
<tr><th>구분</th><th>세부내용</th></tr>
<tr><td></td><td>관리시스템’을 구축
▪ 재배시설의 개폐 및 제어, 카메라 모니터링, 센싱 정보 모니터링 등의 서비스 제공
▪ IoT 기술과 ‘스마트팜 앱’을 활용해 농작물 재배 효율성을 극대화
▪ 국내 농가는 유리농장보다 비닐하우스가 상대적으로 많으므로 비닐하우스 기반의 재배 환경으로 구축
▪ 실제 농작물 재배를 통해 다양한 생육환경 테스트를 진행하는 테스트베드 역할을 위해 직접 농산물을 재배하고 판매하여 수익을 공유
▪ 더불어 ‘신농사직설’이라는 프로젝트를 통하여 스마트팜 서비스 확대에 주력
<신농사직설 프로젝트 진행 단계별 주요내용>
<table><tr><th>구 분</th><th>세부내용</th></tr><tr><td>1단계</td><td>▪ 저가격의 ICT 장비를 보급
▪ 빅데이터 수집 기반 구축</td></tr><tr><td>2단계</td><td>▪ 중앙서버와 사물인터넷 센서를 연결하는 플랫폼 구축</td></tr><tr><td>3단계</td><td>▪ 빅데이터를 활용하여 다양한 정보를 제공</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>KT</td><td>▪ KT는 스마트팜 구축비용을 40%까지 인하하고, 시설환경 제어를 위한 성능향상을 위하여 KT GiGA 스마트팜을 출시
▪ 국내 농촌 10개 지역에 실습교육장과 현장지원센터 개설
▪ KT는 스마트팜 솔루션을 접목해 작물별 ‘최적 생육 환경 조건 및 자동재배 솔루션’을 고도화 해 나갈 계획
▪ 2016년 6월, 농업회사법인 지엔바이오와 협력 국내최대 규모의 ‘송이버섯 스마트 팜’을 구축
▪ 임자도 섬 內 초등학교에서 지역특산품 농산물을 실시간 모니터링하고 자동개폐, 온·습도 원격 제어가 가능한 어린이</td></tr>
</table>

구분	세부내용
	체험형 스마트팜을 개설('16.3)
LGU+	▪ 강원, 경기, 충청 등 국내 100여 개 농가에 고속 이동통신 LTE망으로 스마트팜 솔루션을 연동하는 서비스 제공

국내 시설원예·작물재배 환경제어 기술 기업인 우성하이텍社는 기존 온실 조건에 적합한 환경제어 제품인 자연환기 시스템, 배양기 자동공급기, 시설원예 커튼제어 시스템 등을 생산하고 A/S, 기술자문을 통해 국내 환경에 적합한 제품을 생산하고 국내외에서 품질을 인정받고 있다.

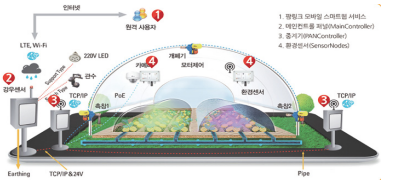
[표 3-4] 우성하이텍의 스마트팜 환경제어 시스템 기능

구분	세부내용
팜시스 기능	▪ 생산성 향상을 위한 정밀제어 기능, 스마트 원격제어가 가능 ▪ 환기창 개폐, 환경설비(커튼, 팬, 펌프, 난방기 등) 제어, 경보 발생 시 문자(SMS) 발송 통보, CCTV 영상 확인 우성하이텍 '팜시스' / '팜시스' 시스템 구성도  

'유비엔'이라는 기업은 농업 정보기술 전문기업으로, 시설 원예농가를 중심으로 스마트팜 솔루션 '팜링크'보급을 진행 중에 있다. 서두에 언급한 SK텔레콤과 KT가 출시한 스마트팜이 대형 연동형 하우스 중심의 사업이라면, 유비엔은 단독형 하우스 중심으로 개발하고 있다. 국내 시설원예의 86.5%

가 단독형 하우스임에 따라 농장 전체를 하나의 네트워크로 연결 및 통합하여 관리한다는 점이 차별화 강점이다.

[표 3-5] 유비엔의 스마트팜 솔루션 '팜링크' 기능

<table>
<tr><th>구분</th><th>세부내용</th></tr>
<tr><td>팜링크
기능</td><td>▪ 팜링크는 4년 동안의 개발로 2015년 말 출시된 분산처리 방식 스마트팜 솔루션임
▪ IoT, 빅데이터 등의 기술을 적용하여 시설제어 및 통합관리하는 기능
<table><tr><th>유비엔의 '팜링크'</th><th>'팜링크' 시스템 구성도</th></tr><tr><td></td><td></td></tr></table></td></tr>
</table>

3.1.3. 기술수준

앞서 언급한 바와 같이 선진국의 농업 관련 ICT 분야는 생산, 가공, 유통, 판매, 소비, 농촌지역개발 등 광범위적 영역에서 개발되어지고 있으며, 국가별 농업환경 여건에 따라 ICT융합 기술 활용 현황 측면에서 차이가 있다.

농림축산식품부에 따르면, 해외 주요국의 분야별 농업 ICT 기술 활용은 국가별로 차이점이 존재하며, 우리나라의 농업ICT 융합 기술수준은 최고기술 보유국인 네덜란드(86.4%)대비 65.1% 수준(약 9.8년 기술격차)인 것으로 확인('14)되었다.

[표 3-6] 스마트팜 기술 수준 비교(네덜란드 vs 한국)

분야	선진국(네덜란드)	한국
ICT 기자재 표준화·국산화	▪ 온·습도, CO2 센서 등 대부분의 기자재가 규격화 되어 있으며, 내구성과 신뢰성이 우수함	▪ 센서소자를 구입하여 조립품 생산수준 ▪ 온도 습도 및 CO2 센서는 업체별 다양하게 개발되어 호환성 부족, 스마트 팜 기자재 규격화 미흡
스마트 팜 시설 표준화	▪ 설계기준과 시방서가 국가표준으로 정립되어 있음(NEN3859) ▪ 복합환경제어가 가능한 환경 조절장치 및 재배시스템이 일체형으로 구성된 온실 설계서가 보급 ▪ CASTA 프로그램에 의한 기본설계서를 토대로 현장여건에 맞는 설계도면 제작	▪ 설계기준과 시방서가 없어 시공업체가 제각기 운영 ▪ 시공시 설계에 공사비가 5~10% 소요 ▪ 내재해형 설계서 및 시방서가 있으나 구조측면만 명시, 환경 조절 장치 및 재배 시스템 일체형 설계서는 부재
빅데이터 기반 생장(사양) 관리	▪ 국가차원의 표준 매뉴얼은 없으나, 업체별 최적 생육관리를 위한 프로세스가 정립되어있음 ▪ 환경제어모델이 복합환경제어 시스템에 탑재	▪ ICT 기반의 최적생육관리는 일부선도 농가를 중심으로 진행중 ▪ 우리나라의 경우, 재배 품종이 다양하고 지역별 환경요소도 상이하여 최적 생육관리모델링에 애로

분야	선진국(네덜란드)	한국
	▪ 파프리카, 토마토, 화훼류 등 재배 품목이 단조로워 최적 생육관리 기술 개발이 용이	
스마트 팜 확산모델	▪ 원예시설 중 99%가 유리온실로 벤로형이 87%로 규격화 되어있음 ▪ 보급 온실 대부분이 시설현대화 ▪ ICT+ 에너지+ 내재해형이 결합된 표준 모델 보급 중	▪ 비닐온실이 98.8% 이며, 온실의 형태도 품목별, 지역별로 다양함 ▪ 첨단온실은 대부분 자동화 ▪ 연동온실은 천창과 측창, 보온커튼 장치, 양액, 난방기 등 자동화 진입 ▪ 단동온실은 반자동 또는 수동으로 자재 활용

* 자료: 창조경제혁신센터 자료 재구성

스마트팜 시설원예 분야는 네덜란드가 선도하고 있으며, 시설표준화, ICT 기자재 개발수준, 생장 관리 측면에서 우리나라 기술수준 대비 우수하다.

우리나라의 경우, [표 3-7]과 같이 ICT 발전 지수가 가장 높으나, [표 3-8]에서와 같이 ICT 융합분야 최고 기술 보유국인 미국 대비 74.8% 수준이므로 4.6년 정도의 기술격차가 존재한다. 아울러, 선진국 대비 농업의 생산성이 낮은 중국과 우리나라는 상대적으로 ICT 융합 기술수준이 낮은 것으로 나타났다.

[표 3-7] 2015년 국가별 글로벌 ICT 발전지수 순위

순위	국가	점수	순위	국가	점수
1	한국	8.9	11	일본	8.5

순위	국가	점수	순위	국가	점수
2	덴마크	8.9	12	핀란드	8.4
3	아이슬란드	8.9	13	호주	8.3
4	영국	8.8	14	독일	8.2
5	스웨덴	8.7	15	미국	8.2
6	룩셈부르크	8.6	16	뉴질랜드	8.1
7	스위스	8.6	17	프랑스	8.1
8	네덜란드	8.5	18	모나코	8.1
9	홍콩	8.5	19	싱가포르	8.1
10	노르웨이	8.5	20	에스토니아	8.1

*자료: ICT를 활용한 과수재배 환경관리 연구 동향과 발전 방안

[표 3-8] ICT융합분야 주요국 최고기술국 대비 기술수준 및 격차

구분	미국	네덜란드	일본	독일	영국	한국	중국
기술수준 그룹	최고	선도	선도	선도	선도	추격	추격
기술수준(%)	100	99.1	97.7	93.3	89.5	74.8	61.1
기술격차(년)	0	0	0.8	1.4	2.1	4.6	7.0

*자료: ICT를 활용한 과수재배 환경관리 연구 동향과 발전 방안

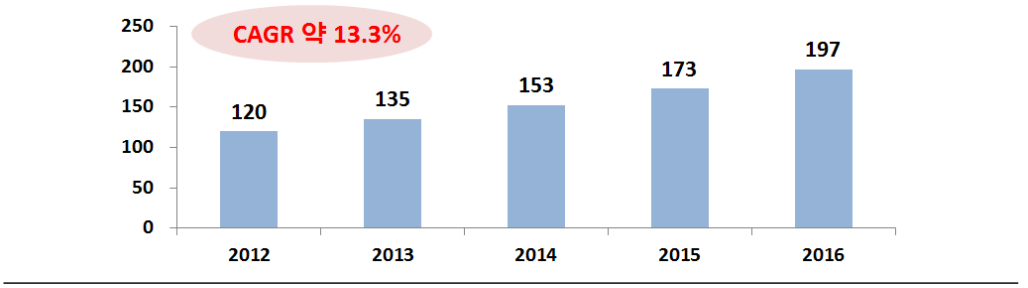
3.2. 국내외 산업 및 시장동향

3.2.1. 해외 산업동향

스마트팜 시장은 [그림 3-5]와 같이, 2012년 기준 약 1,200억 달러에서 2016년에는 약 1,970억 달러로 연평균 13.3% 씩 성장하고 있으며, 미국과 일본, 그리고 네덜란드를 중심으로 성장하고 있다.

[그림 3-5] 세계 스마트팜 시장규모

(단위: 십억$)



* 자료: KISTI

특히, 글로벌 스마트팜 기업들은 품질과 생산성을 향상시키는 것을 중심으로 기술개발하고 있으며, 상대적으로 대규모의 농장, 식물공장, 기업형 영농형태로 우리나라의 소규모 형태의 영농과 차별점이 있다. 미국 살리나스 밸리는 노지농업분야에서 생육환경 정보가 센서를 통해 자동적으로 모니터링 되고 있으며, 무인 농업로봇을 개발하여 활용되고 있다. 크리스텐센이라는 덴마크 기업도 통제된 공간에서 인공적으로 생육환경을 조절하여 공산품처럼 농산물을 계획적으로 생산하고 있으며, 벨기에의 홀티플란은 재배베드 자동이송시스템을 활용하여 재배베드를 수확장소까지 이송시켜 생산성을 향상 시키고 있다. 일본의 와이즈와카마츠 Akisai 야채공장은 후지쯔 그룹의

대규모 식물 공장으로, 재배환경과 작물품질의 상관관계를 데이터 분석을 통해 파악하여 날씨, 계절 등에 좌우되지 않고 안정적으로 농산물을 재배할 수 있는 시스템을 구축하였다. 이처럼 글로벌 선도기업들은 대규모 식물공장 형태의 영농에 각종 첨단 기술을 활용하여 품질이 우수한 농작물을 대형으로 수확하여 생산성을 향상시키는 기술을 개발하고 있다.

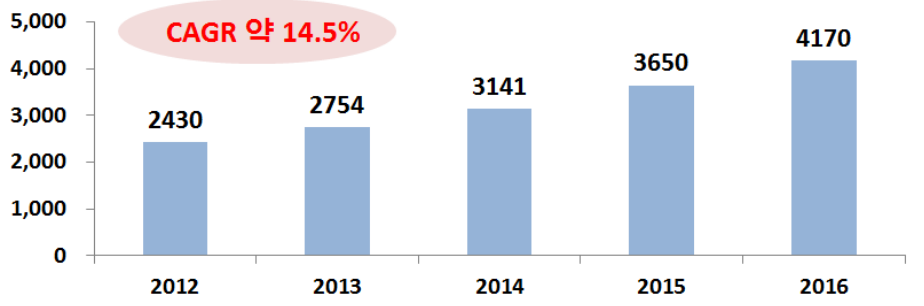
3.2.2. 국내 산업동향

국내의 스마트팜 시장은 [그림 3-15]와 같이 2012년 기준 약 2조 4,300억 원 수준에서 2016년에 약 4조 1,700억 원으로 연평균 14.5% 씩 고성장할 것으로 전망하고 있다. 그러나 현재 국내 스마트팜 기술개발 양상은 글로벌의 품질, 생산성 향상과는 달리 모니터링, 제어 단계의 기술개발 수준에 머물고 있어 향후 빅데이터 등 IT기술을 활용 및 접목한 시스템과 로봇기술을 접목한 융·복합 형태의 기술개발이 이루어질 것으로 전망된다.

융복합 기술개발의 일환으로 국내에서는 스마트팜에서의 빅데이터 측정에 대한 중요성을 인지하고 '농식품 빅데이터 센터'를 설립 및 운영하고 있으며, 그 중 가장 활발한 연구개발이 이루어지고 있는 분야가 '스마트 팜'분야로 간주되고 있다. 그러나 아직까지 국내의 해외 장비에 대한 의존도가 높으며, 국내 관련 기술이 미흡함에 따라 장비 국산화, 한국형 스마트팜 기술 확보 역시 시급한 상황이다. 또한 재배 작황 및 생장 환경 관리에 대한 기술이 미흡함에 따라 생산량 측면에서도 네덜란드의 50% 수준인 것으로 나타났다. 반면, 유럽과 일본은 자체 개발 시스템을 농업환경에 적용하여 재배작물 품목을 확대하고 생산성 향상 측면과 경비 절감을 위한 기술을 중점적으로 개발하고 있는 것으로 나타났다.

[그림 3-6] 국내 스마트팜 시장규모

(단위: 십억$)



* 자료: KISTI

3.3. 특허동향 분석

3.3.1. 분석개요

과학기술 발전이 경제발전에 직접적으로 기여하는 바를 측정하기에는 어려움이 존재하기 때문에 특허를 포함한 과학기술 문헌의 인용분석의 활용도가 높아졌다. 본 연구에서도 이러한 점을 감안하여 「과학기술기본법」 제14조, 신기술에 대한 R&D 추진 시, 사전에 수행하는 '기술영향평가'와 같이 최고 기술 보유국 대비 기술수준(%), 기술수준 향상 방향 등에 대한 제언을 포함하여 과학문헌계량분석학적 분석방법 중 하나인 특허동향 분석을 수행하였다. 이를 통해 국내외 스마트팜 산업의 고성장세에 따른 기술개발 동향은 어떤 양상으로 이루어지고 있는지 분석하였다. 더불어 주요국(미국, 유럽, 일본)의 특허문헌을 기반으로 기술동향과 더불어 [표 3-9]에서와 같이 기술경쟁력지수, 영향력 지수 등을 포함하여 국내 기술수준에 대한 상대적 지위를 도시하여 비교분석을 수행하였다.

[표 3-9]특허분석 지표

구분	세부내용
기술경쟁력지수 (TS, Technology Strength))	▪ 특허 간 인용관계에 의에 의한 영향력지수(PII)에 특허건수를 곱하여 도출 ▪ 특허출원 활동의 질적 수준과 양적인 측면을 모두 고려하여 평가할 수 있음 ▪ 지수가 클수록 해당국의 특허가 술력이 높음
특허영향력지수 (PII, Patent Impact Index)	▪ 분석 대상 주체의 CPP/전체 CPP ▪ 값이 1이면 평균, 1이상일 경우는 질적 수준이 평균보다 높음

본 연구에서는 WISDOMAIN 검색 엔진을 활용하여 미국, EU, 일본, 한국 특허 4종을 대상으로, 센서, 제어, 통합관리를 포함한 '스마트팜 시설원예 기술' 관련 특허를 분석하였다. 시설원예 기술의 주된 기술로는 내/외부 환경 검출을 위한 '센서' 기술, 검출된 센서 결과 값을 기반으로 제어하는 장치 '제어' 기술, 전반적인 관리를 위한 '통합 관리' 기술로 분류할 수 있기 때문에 스마트팜 시설원예 기술의 주된 분야인 '센서', '제어', '통합 관리' 분야를 선정하고, 각 분야별 특허를 개별적으로 추출하여 통합하는 방식으로 수행하였다.

[표 3-10] 특허분석 개요

구 분	**세부내용**
검색 엔진	WISDOMAIN(http://www.wisdomain.com)
기술 범위	- 스마트팜 시설원예 기술(센서, 제어, 통합관리)

<table>
<tr><td>구 분</td><td>세부내용</td></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>구 분</td><td>세부내용</td></tr>
<tr><td>센서기술</td><td>온/습도, 이산화탄소, 풍향/풍속, 일사량 등 온실 내/외부 환경을 측정하기 위한 센서</td></tr>
<tr><td>제어기술</td><td>커튼, 유동팬, 개폐장치, 냉난방기, 급수기, 양액기 등 온실 시설 내 장치 제어 기술</td></tr>
<tr><td>통합 관리기술</td><td>통합 관제에 필요한 HW장비(카메라, 네트워크, 녹화기 등), SW 기술(관리, 상태분석 등)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>대상 국가</td><td>미국, 유럽, 일본, 한국</td></tr>
</table>

각 분야별 특허를 개별로 추출하여 통합한, 총 6,235건의 특허 중 1,117건의 중복특허 제외, 노이즈 제거 및 분석구간(2000년~2015년) 內 유효특허인 3,710건을 대상으로 분석하였다.

[표 3-11] 검색대상 및 특허(수)

분석구간	국가	대상	분석대상	
			특허(건)	유효특허(건)
2000.01.01~ 2015.12.31	미국	특허	3,075	1,804
	유럽	특허	1,557	935
	일본	특허/실용신안	673	349
	한국	특허/실용신안	930	622
합계			6,235	3,710

3.3.2. 분석결과

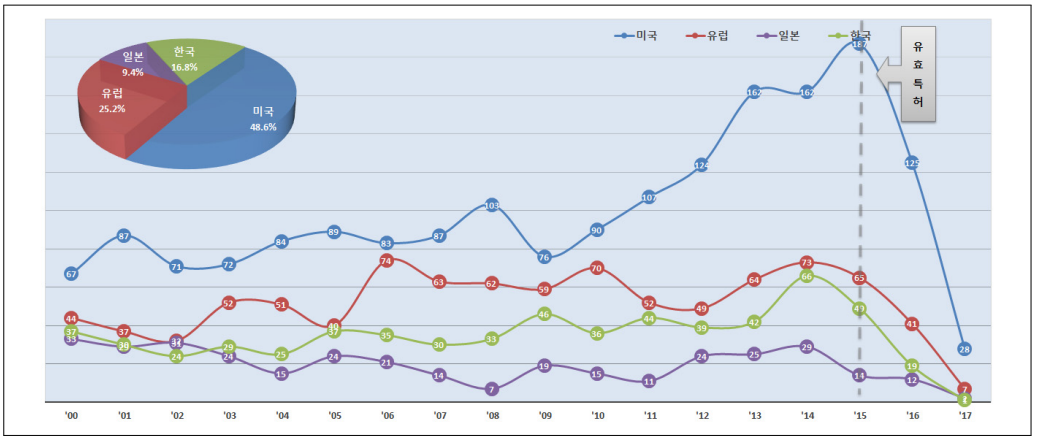
미국, 유럽, 일본, 한국 특허를 대상으로 연도별, 기술별 특허동향 추이와 특허를 출원하고 있는 출원인 현황, 기술수명주기, 특허의 기술경쟁력 및

영향력 등에 대하여 분석하였다.

먼저, 국가별 특허동향 추이를 분석하였다. 2000년 이후 지속적인 특허출원활동이 이루어지고 있으며, 최근 미국과 한국의 특허출원 활동이 증가한 것을 확인할 수 있다. 세부적으로 살펴보면, 2000년 이후, 미국의 특허출원 활동은 지속적으로 증가하고 있으며, 2010년 이후 크게 증가한 것으로 나타났다. 유럽, 일본, 한국 역시 지속적인 특허출원 활동이 이루어지고 있으며, 특히 한국은 2013년에 소폭 증가한 것으로 나타났다.

[표 3-12] 국가별 특허동향

구분	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
미국	67	87	71	72	84	89	83	87	103	76
유럽	44	37	32	52	51	40	74	63	62	59
일본	33	29	31	24	15	24	21	14	7	19
한국	37	30	24	29	25	37	35	30	33	46
합계	181	183	158	177	175	190	213	194	205	200
구분	**'10**	**'11**	**'12**	**'13**	**'14**	**'15**	**'16**	**'17**	**합계**	
미국	90	107	124	162	162	187	125	28	1,804	
유럽	70	52	49	64	73	65	41	7	935	
일본	15	11	24	25	29	14	12	2	349	
한국	36	44	39	42	66	49	19	1	622	
합계	211	214	236	293	330	315	197	38	3,710	

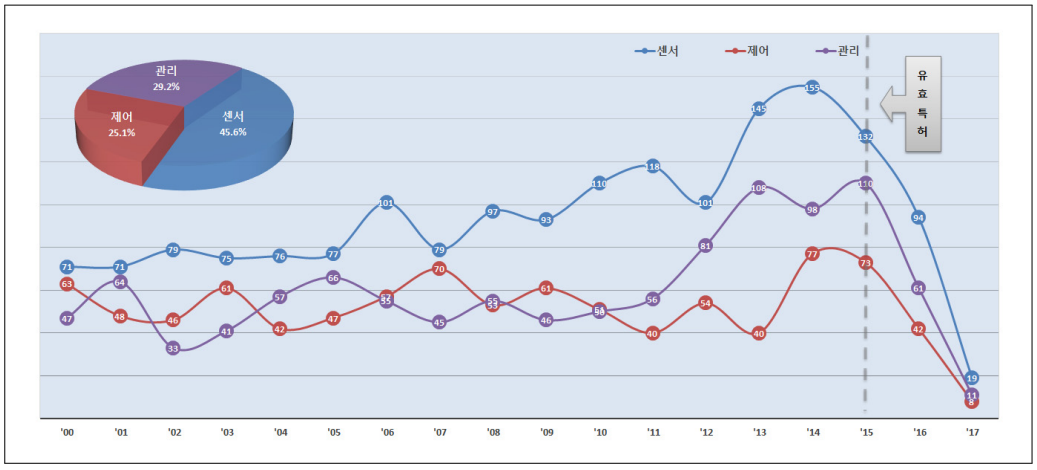


세부 기술분류별 특허출원 활동을 살펴보면, 센서기술 관련 특허가 45.6%로 가장 많이 나타났으며, 그 다음으로 관리(29.2%), 제어(25.1%) 수준으로 나타났다. 2010년 이후에는 통합시스템 등 관리기술 개발이 크게 증가하여 제어기술 관련 특허보다 상대적으로 더 많은 특허출원이 이루어진 것을 확인할 수 있다.

[표 3-13] 세부기술별 특허동향

구분	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
센서	71	71	79	75	76	77	101	79	97	93
제어	63	48	46	61	42	47	57	70	53	61
관리	47	64	33	41	57	66	55	45	55	46
합계	181	183	158	177	175	190	213	194	205	200

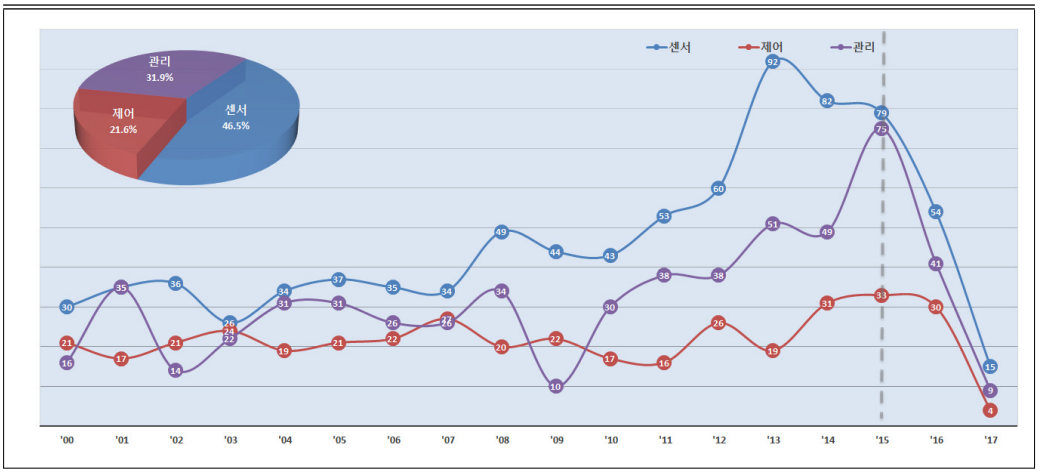
구분	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	합계
센서	110	118	101	145	155	132	94	19	1,693
제어	51	40	54	40	77	73	42	8	933
관리	50	56	81	108	98	110	61	11	1,084
합계	211	214	236	293	86	315	197	38	3,710



다음으로 국가단위로 세부기술별 특허동향 추이를 살펴보면, 미국과 유럽은 센서기술이 주를 이루었으나 최근 시스템 통합과 같은 관리 기술 관련 개발활동이 활발해 졌다. 반면, 한국의 경우 관리기술 중심에서 벗어나지 못하고 있음을 확인할 수 있다. 국가단위로 면밀히 살펴보면, 미국은 센서기술이 45.6%로 가장 많은 특허출원이 이루어지고 있으며, 2010년 이후 통합시스템 등 관리 기술 개발이 크게 증가하고 있는 것으로 나타났다.

[표 3-14] 기술별 특허동향(미국)

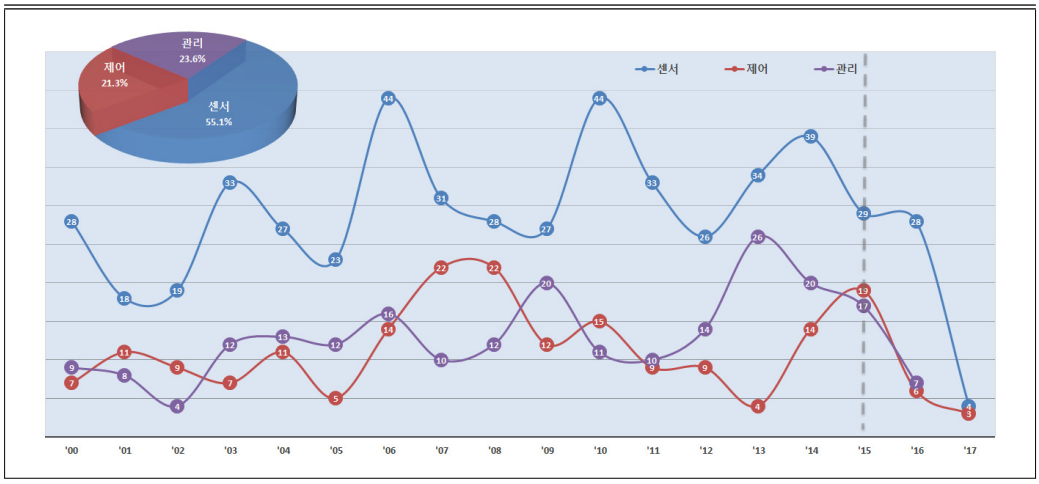
국가	구분	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10
미국	센서	30	35	36	26	34	37	35	34	49	44	43
	제어	21	17	21	24	19	21	22	27	20	22	17
	관리	16	35	14	22	31	31	26	26	34	10	30
	합계	67	87	71	72	84	89	83	87	103	76	90
	구분	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	합계		비중	
	센서	53	60	92	82	79	54	15	838		45.6%	
	제어	16	26	19	31	33	30	4	390		25.1%	
	관리	38	38	51	49	75	41	9	576		29.2%	
	합계	107	124	162	162	187	125	28	1,804		100%	



유럽은 미국과 유사하게 센서 기술이 55.1%로 가장 많았으며, 제어기술과 관리기술이 유사 비중으로 개발되고 있다.

[표 3-15] 기술별 특허동향(유럽)

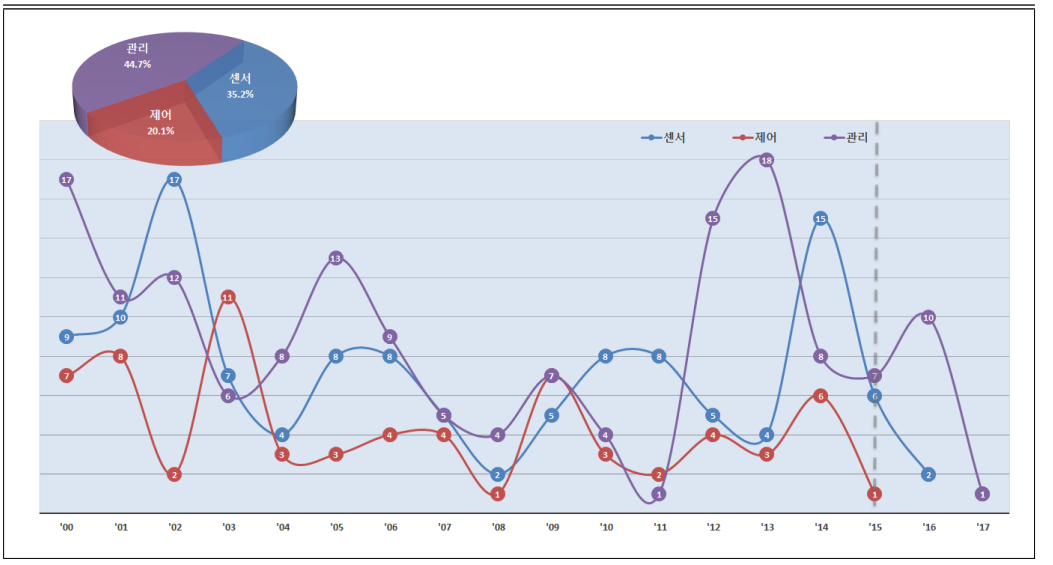
국가	구분	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10
유럽	센서	28	18	19	33	27	23	44	31	28	27	44
	제어	7	11	9	7	11	5	14	22	22	12	15
	관리	9	8	4	12	13	12	16	10	12	20	11
	합계	44	37	32	52	51	40	74	63	62	59	70
	구분	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	합계		비중	
	센서	33	26	34	39	29	28	4	515		55.1%	
	제어	9	9	4	14	19	6	3	199		21.3%	
	관리	10	14	26	20	17	7	0	221		23.6%	
	합계	52	49	64	73	65	41	7	935		100%	



일본은 센서, 제어, 관리 기술이 유사한 비중으로 개발되어 왔으나 최근 시스템 통합과 같은 관리 기술 관련 특허출원 활동이 증가하고 있다.

[표 3-16] 기술별 특허동향(일본)

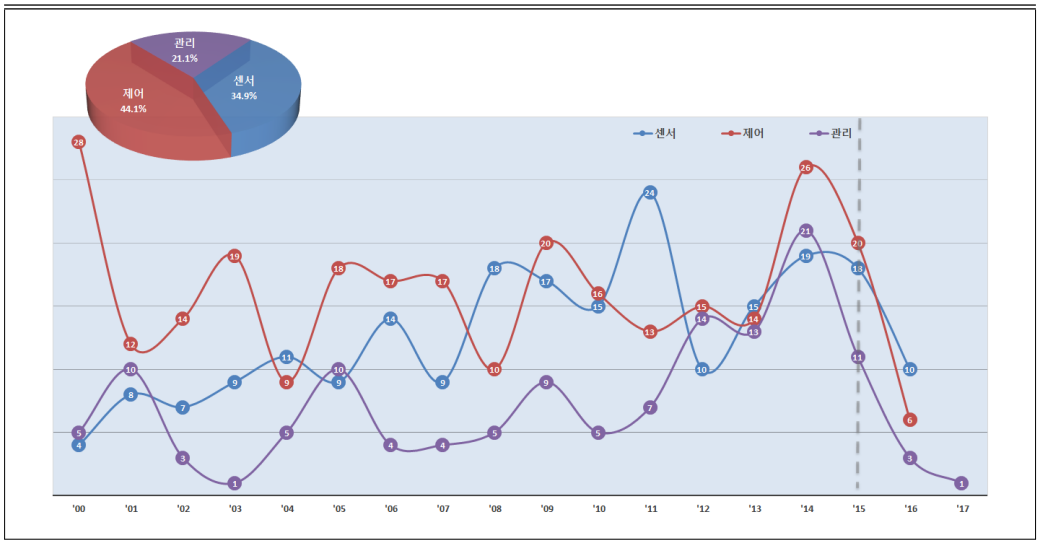
국가	구분	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10
일본	센서	9	10	17	7	4	8	8	5	2	5	8
	제어	7	8	2	11	3	3	4	4	1	7	3
	관리	17	11	12	6	8	13	9	5	4	7	4
	합계	33	29	31	24	15	24	21	14	7	19	15
	구분	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	합계		비중	
	센서	8	5	4	15	6	2	0	123		35.2%	
	제어	2	4	3	6	1	0	1	70		20.1%	
	관리	1	15	18	8	7	10	1	156		44.7%	
	합계	11	24	25	29	14	12	2	349		100%	



마지막으로 한국은의 경우, 미국, 유럽, 일본과는 달리 관리기술이 44.1%로 가장 많은 비중으로 개발되고 있으며, 센서(34.9%), 관리(21.1%) 순으로 기술개발이 이루어지고 있는 것을 확인할 수 있다.

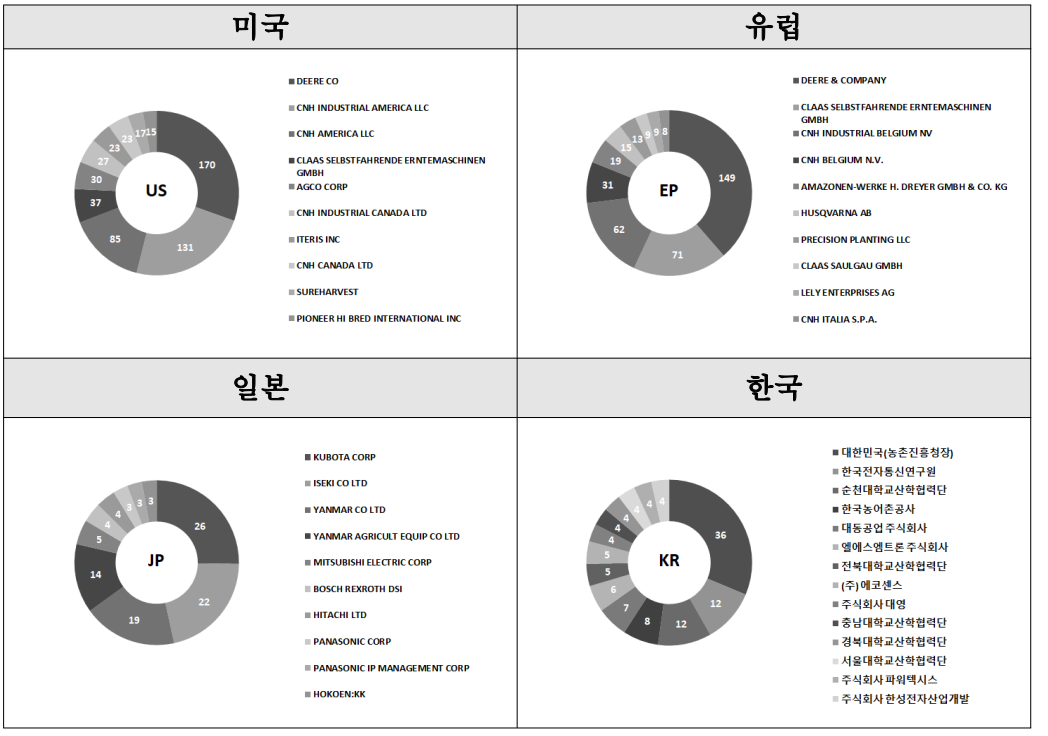
[표 3-17] 기술별 특허동향(한국)

국가	구분	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10
한국	센서	4	8	7	9	11	9	14	9	18	17	15
	제어	28	12	14	19	9	18	17	17	10	20	16
	관리	5	10	3	1	5	10	4	4	5	9	5
	합계	37	30	24	29	25	37	35	30	33	46	36
	구분	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	합계		비중	
	센서	24	10	15	19	18	10	0	217		34.9%	
	제어	13	15	14	26	20	6	0	274		44.1%	
	관리	7	14	13	21	11	3	1	131		21.1%	
	합계	44	39	42	66	49	19	1	622		100%	



다음으로, 주요국 특허의 출원인 현황에 대하여 분석하였다. 미국, 유럽, 일본은 주요 기업들이 기술을 선도 하고 있는 것으로 나타났으나, 한국은 정부의 주도적인 특허출원 활동을 중심으로 기술이 개발되고 있는 것으로 나타났다. 세부적으로 살펴보면, 미국과 유럽은 농기계 선진사인 Deere社(시드스타 모바일(SeedStar Mobile)), CNH INDUSTRIAL이 선도하고 있는 것으로 나타났으며, 일본은 Kubota, Yanmar, 이세키농기, 미쓰비시가 주도하고 있는 것으로 나타났다. 반면, 한국은 정부 중심으로 출연연구소나 대학 중심의 기술개발이 이루어지고 있는 것을 확인할 수 있다.

[표 3-18] 국가별 출원인 현황



주요국 특허의 출원인 국가 현황을 살펴본 결과, 미국과 유럽은 비교적 다양한 국가의 출원인이 출원 활동을 하고 있는 것으로 분석되었으나, 일본과 한국은 주로 해당국 출원인으로 구성되어 있는 것으로 나타났다. 미국 특허 1,804건 중 미국 당국의 출원인이 968건(54%), 독일이 86건(5%), 캐나다 83건(5%) 순으로 나타남에 따라 비교적 다양한 국가의 출원인이 출원 활동을 보이는 것으로 나타났으며, 유럽특허는 출원인이 미국인 특허가 29%(273건), 독일이 22%(204건), 벨기에 11%(102건) 순으로 나타났다. 미국, 유럽은 자국 출원인이 주로 특허 출원 활동을 하는 것으로 보이나 타 국가의 출원인이 특허출원 하는 경우도 적지 않은 것으로 나타났다. 반면, 일본 특허 중 일본 당국의 출원인 특허는 87%(303건)으로 가장 많은 비중

으로 나타났으며, 한국 역시 자국 출원인이 특허출원한 특허(수)는 95%로 나타남에 따라 자국 출원인이 특허출원하는 경우가 대다수임을 확인할 수 있었다.

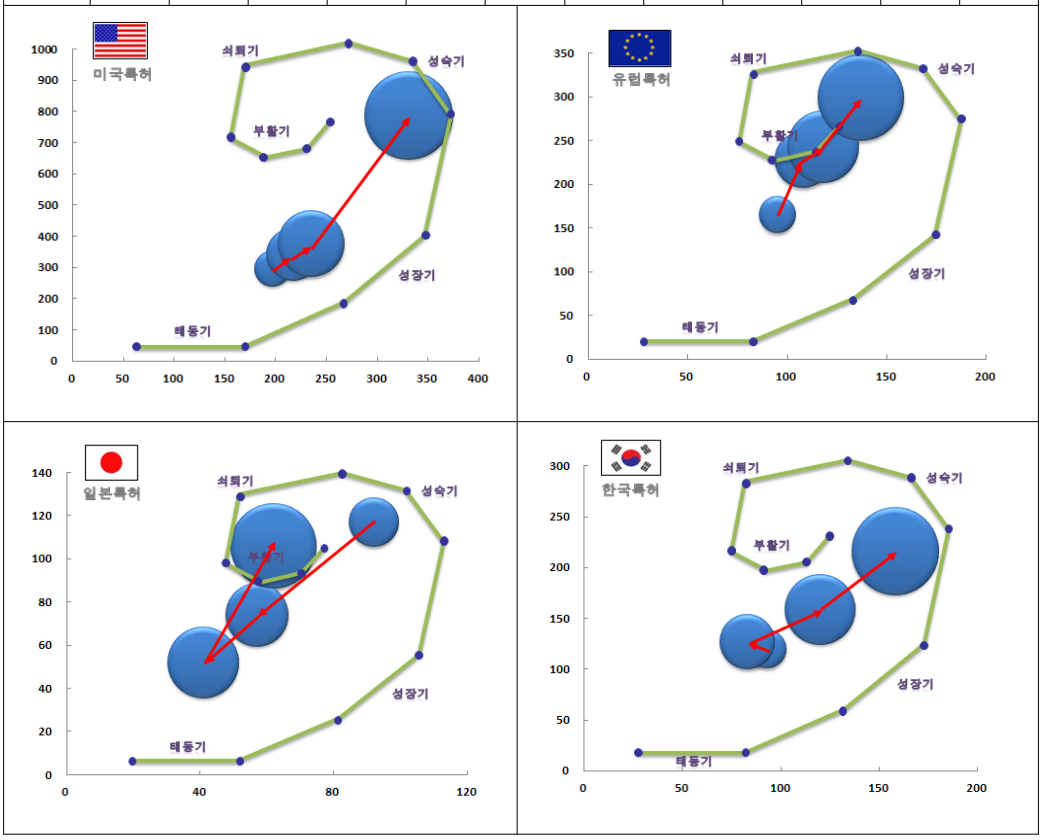
[표 3-19] 국가별 출원인 국가 현황

No	미국특허		유럽특허		일본특허		한국	
	출원인국	특허(수)/%	출원인국	특허(수)/%	출원인국	특허(수)/%	출원인국	특허(수)/%
1	미국	968(54)	미국	273(29)	일본	303(87)	대한민국	590(95)
2	독일	86(5)	독일	204(22)	미국	25(7)	일본	10(2)
3	캐나다	83(5)	벨기에	102(11)	독일	4(1)	미국	8(1)
4	일본	30(2)	프랑스	68(7)	프랑스	4(1)	스페인	2(0)
5	프랑스	25(1)	이탈리아	55(6)	스웨덴	2(1)	핀란드	1(0)

다음으로 미국, 유럽, 일본, 한국특허의 출원인과 특허출원양의 증가추이를 기반으로 기술수명주기를 확인해 보았다. 특허분석 대상국인 미국, 유럽, 일본, 한국 모두 최근 특허출원활동과 출원인수가 증가하는 양상이 나타남에 따라 기술개발 활동이 활발히 진행되고 있는 것으로 판단된다. 특히, 미국과 유럽은 특허출원 활동이 활발한 것으로 나타났으며, 특허건수와 출원인수가 모두 증가하는 성장기 단계로 나타났다. 일본의 경우 1구간에서 3구간까지 특허건수와 출원인수가 줄어들었으나, 4구간('12~'15)에서 다시 양적 증가세를 나타내고 있었으며, 한국은 미국과 유럽 대비 특허출원 활동이 활발하지는 않으나, 2구간부터 4구간까지 지속적인 특허출원건수와 출원인수가 동시에 증가하고 있는 것으로 나타남

[표 3-20] 국가별 기술수명주기

구분	1구간('00~'03)			2구간('04~'07)			3구간('08~'11)			4구간('12~'15)		
	출원인수	특허건수	누적특허건수	출원인수	특허건수	누적특허건수	출원인수	특허건수	누적특허건수	출원인수	특허건수	누적특허건수
미국	197	297	297	217	343	640	235	376	1,016	331	788	1,804
유럽	95	165	165	108	228	393	118	243	636	137	299	935
일본	92	117	117	57	74	191	41	52	243	62	106	349
한국	93	120	120	83	127	247	120	159	406	158	216	622

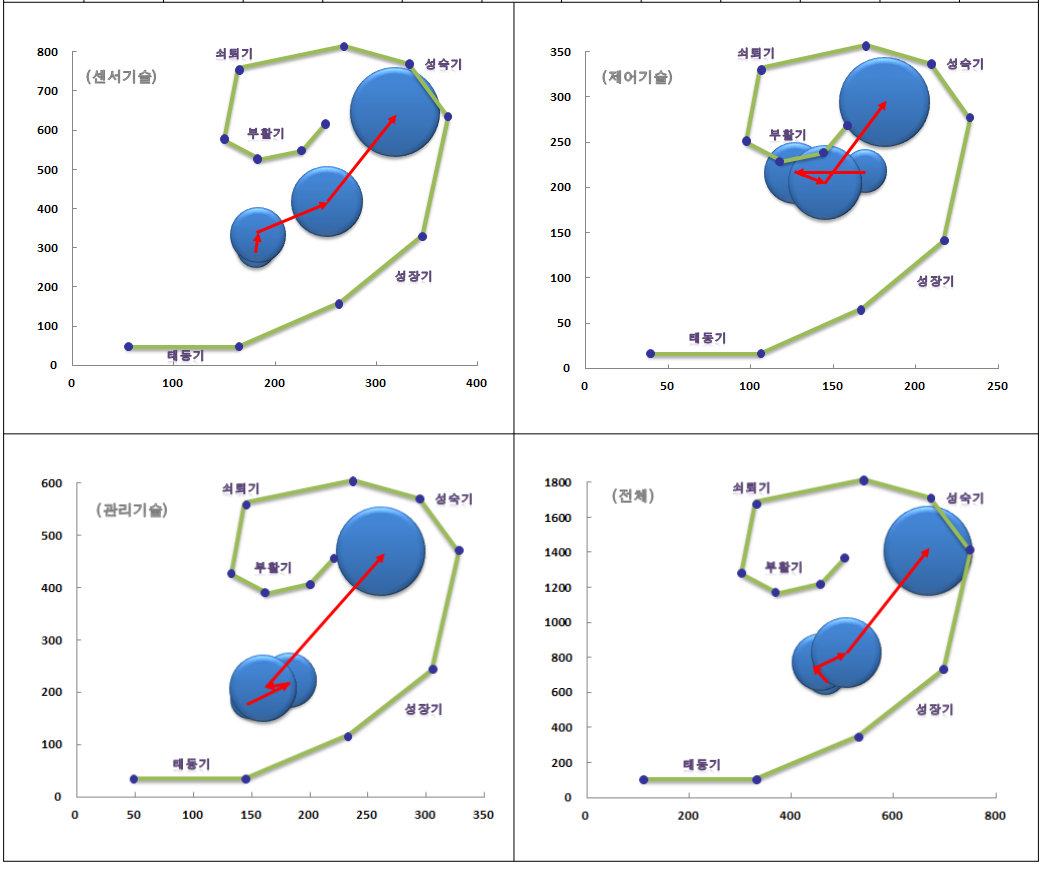


기술측면에서의 기술수명주기를 살펴보면, 전반적으로 3~4구간에서 특허출원활동이 증가하는 것으로 나타났다. 센서기술의 경우 특허출원활동과 출원인수가 지속적으로 증가하고 있는 것으로 나타났으며, 제어 및 관리 기술

의 경우 일부 구간에서 답보상태인 것으로 나타났으나 3~4구간에서 특허출원활동이 증가하고 있는 것으로 분석되었다.

[표 3-21] 국가별 기술수명주기

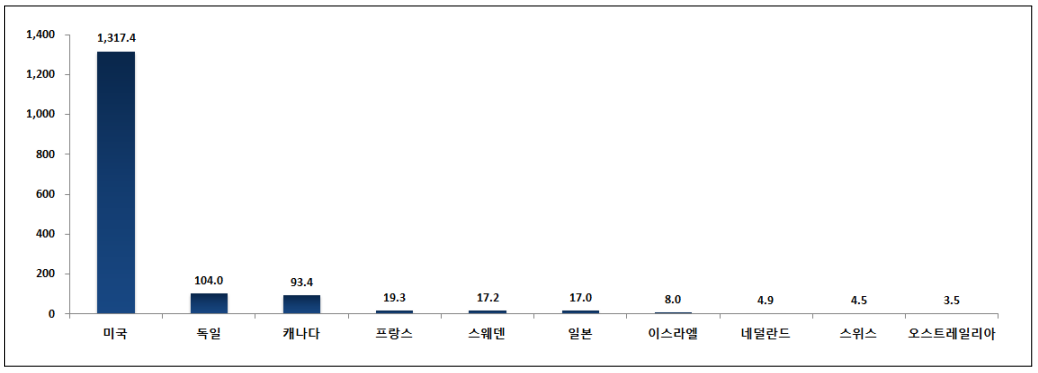
구분	1구간('00~'03)			2구간('04~'07)			3구간('08~'11)			4구간('12~'15)		
	출원인수	특허건수	누적특허건수	출원인수	특허건수	누적특허건수	출원인수	특허건수	누적특허건수	출원인수	특허건수	누적특허건수
센서	181	296	296	183	333	629	251	418	1,047	318	646	1,693
제어	169	218	218	127	216	434	145	205	639	181	294	933
관리	148	185	185	182	223	408	160	207	615	261	469	1,084
전체	467	699	699	457	772	1,471	507	830	2,301	667	1,409	3,710



마지막으로 국가별 경쟁력있고, 영향력이 높은 특허들이 얼마나 존재하는지 미국특허를 중심으로 분석을 수행하였다. 미국특허 총 1,804건 內 주요 국가별 기술경쟁력을 살펴보면, 미국과 유럽, 일본이 상위권에 분포하고 있는 것으로 나타났다. 특히 미국의 경우, 다량의 특허와 함께 피인용수도 가장 많이 나타남에 따라 기술경쟁력이 가장 우세한 것으로 확인되었으며, 한국은 기술경쟁력 측면에서 상위권에 진입하지 못한 상황이므로 보다 질적수준이 높은 특허출원 활동이 필요한 것으로 판단된다.

[표 3-22] 국가별 기술경쟁력 지수

No	국가	국가별특허(수)	피인용국가(수)	기술영향력(PII)	기술경쟁력(TS)
1	미국	968	7,591	1.36	1,317.4
2	독일	86	599	1.21	104.0
3	캐나다	83	538	1.12	93.4
4	프랑스	25	111	0.77	19.3
5	스웨덴	20	99	0.86	17.2
6	일본	30	98	0.57	17.0
7	이스라엘	7	46	1.14	8.0
8	네덜란드	12	28	0.40	4.9
9	스위스	16	26	0.28	4.5
10	오스트레일리아	5	20	0.69	3.5
미국 내 전체 특허		1,804	10,395	-	-



피인용 정도에 대한 분석을 수행하기 위하여 미국 특허를 중심으로 분석한 결과, 피인용 지수가 높은 상위 출원인 국가는 미국, 유럽 국가로 나타났으며, 한국은 상대적으로 낮은 수준으로 인용되고 있는 것으로 확인되었다. 미국 특허 중, 피인용 횟수가 가장 많은 국가는 미국(73%, 7591건)으로 나타났으며, 그 다음으로 독일, 캐나다, 프랑스, 스웨덴 순으로 피인용 횟수가 높은 것으로 나타났다. 미국, 유럽국가 다음으로 일본의 특허에 대한 피인용도가 높게 나타났으며, 한국의 특허는 피인용 순위에서 낮은 순위에 머무르는 것으로 확인되었다. 이는, 미국, 유럽, 일본이 출원한 특허는 타 기술에 대한 개발을 수행할 경우 피인용 되는 경우가 많음에 따라 상대적으로 질적 우수성이 높다 판단할 수 있다.

패밀리 특허 형성 관점에서 분석 한 결과, 미국과 유럽 국가에서 출원한 특허의 패밀리 특허수가 많은 것으로 나타났다. 세부적으로 [표 3-23]에서 분석된 바와 같이, 패밀리특허수가 가장 많은 국가는 미국(57%, 6126), 독일(5%, 570), 캐나다(4%, 482) 순으로 나타났으며, 일본의 경우 132건의 패밀리 특허를 보유하고 있는 것으로 나타났다. 반면 우리나라는 상위권 수준에 미치지 못하는 것으로 나타남에 따라 다양한 국가에 출원하여 패밀리 특허를 형성하는 횟수가 낮다 판단할 수 있다.

[표 3-23] 국가별 피인용/패밀리 특허(수)

No	피인용		패밀리 특허	
	국가	횟수	국가	특허(수)
1	미국	7,591	미국	6,126
2	독일	599	독일	570
3	캐나다	538	캐나다	482
4	프랑스	111	프랑스	162
5	스웨덴	99	일본	132
6	일본	98	사우디아라비아	124
7	이스라엘	46	스웨덴	109
8	네덜란드	28	네덜란드	99
9	스위스	26	이탈리아	74
10	오스트레일리아	20	스위스	68

제 4 장 결론

4.1. 분석결과

본 연구는 스마트팜 기술에 대한 정의를 시작으로 국내외 산업, 기술동향에 대한 선제적 파악을 통해 핵심키워드 기반 특허분석을 수행하였다. 먼저 국내외 산업 동향을 통하여 스마트팜 기술의 고성장성에 대하여 인지하고, 미국, 유럽 등 주요국의 기술동향에 대하여 분석하였다. 글로벌 선도국은 농산물의 품질향상과 생산량, 수확량 증가를 위한 기술을 중점 개발하고 있었으며, 환경제어 시스템, 빅데이터 기반 최적화 솔루션 등 SW기술을 개발하고 있는 것으로 나타났다. 반면, 우리나라의 경우 선진국 대비 기술수준이 상대적으로 낮은 수준(약 9.8년)이며, 농업 환경에 적합한 원격 제어 등 인프라 구축을 중심으로 개발하고 있는 것으로 나타났다.

보다 구체적인 기술현황 및 개발방향에 대한 연구를 위하여 특허문헌을 기반으로 연도별, 기술분야별 시계열 추이, 출원인, 기술수명주기, 기술경쟁력 및 영향력 등에 대하여 분석을 수행하였다. 2000년대 이후로 특허 출원 활동이 지속적으로 늘어나는 것을 확인할 수 있었으며, 센서기술과 더불어 최근에는 통합관리 기술의 개발이 증가하고 있는 것으로 나타났다. 미국과 유럽은 다양한 국가의 출원인들이 해당국에 특허를 출원하고 있는 것으로 나타났으며 기업을 중심으로 개발이 이루어지고 있었으나 우리나라의 경우 정부 중심의 기술개발이 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 전반적으로 출원인과 특허(수)가 증가하는 성장기 단계이며, 미국과 유럽의 특허 경쟁력과 영향력, 그리고 높은 피인용도와 패밀리 특허를 보유하여 상대적으로 수준 높은 기술에 대한 특허출원 활동이 이루어지는 것으로 나타났다.

스마트팜 특허문헌 기반 특허분석을 통해 글로벌 선진국가들의 센싱, 통합관리 기술 개발을 통해 농작물 품질과 생산량 제고를 위한 노력을 하고 있으나, 우리나라는 상대적으로 양적, 질적 기술수준도 낮음과 동시에 생육환경 조절을 위한 제어기술을 중심에 머물러 있음을 알수 있다. 특히, 해외의 경우 기업을 중심으로 경쟁력과 영향력이 높은 특허들을 출원하여 공격적 기술개발을 하고 있으나, 우리나라는 정부가 주도하고 있음에 따라 상대적으로 다양한 영역의 기술개발에 한계가 있다. 현재 산업의 활성화 수준이 미미함에 따라 정부가 먼저 개입하여 기술개발을 선도하는 것도 하나의 전략이라 할 수 있으나, 보다 공격적 기술개발과 투자 등을 위한다면 민간 기업이 자생할 수 있는 여건과 투자, 그리고 지원책을 마련하는 방안에 대하여 소홀히 해서는 안될 것이다.

4.2. 연구 의의 및 한계

상기 연구과정을 통해 미국, 유럽, 일본, 한국 4개국을 중심으로 스마트팜 기술관련 개발 방향에 대한 차이가 있음을 특허분석을 통해 도출하였다. 더불어 특허출원 활동의 추이, 주요 출원인, 기술개발 성숙단계, 그리고 경쟁력, 영향력 지수 등을 통하여 양적 측면 뿐만 아니라 특허의 질적 우수성 측면에서도 비교 분석해 보았다. 그러나, 주요국별 특허출원의 차이, 기술개발방향의 차이, 그리고 경쟁, 영향력 등의 차이가 어떠한 이유로 발생하였는지에 대한 근본적 연구가 진행되지 못하였다. 또한 국내 특허출원 활동에 적극적으로 참여하고 있는 정부의 활동에 대하여 분석함에 있어 해외 주요국의 사례나 정부 차원의 특허출원이 어떠한 양상으로 이루어지고 있는지에 대하여 중점적 연구가 이루어지지 못하였다. 이러한 한계점을 인지하고 향

후 연구에서는 스마트팜 기술 선도국인 미국, 유럽을 중심으로 국내 환경과 어떠한 농업구조 측면의 차이가 있는지, 그리고 각국 정부는 어떤 방식으로 스마트 농업 기술개발을 위한 지원을 하는지 추가 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 융합연구정책센터, 융합 Weekly TIP, 농업과 ICT의 융합-스마트팜(Smart Farm), 2016.12

2. ETRI, 스마트팜 기술동향 및 전망, 2015.10

3. 귀농人, 스마트팜 빅데이터 축적된다, 2017. 04

4. 농림축산식품부, 스마트 팜 운영실태 분석 및 발전방향 연구, 2016.10

5. 스마트 농업의 확산. 2014.11.SPRI

6. 미래창조과학부(2016), ICT R&D 중장기 기술로드맵 2022

7. 유병규(2016), 경북지역 스마트농업 확산을 위한정책과제, 대구경북연구원

8. 한국농촌경제연구원(2015), 시설원예 생산자재 산업의 현황과 발전방안

9. 여욱현(2016), 스마트팜 구현을 위한 연구동향 및 ICT 핵심기술 분석, 한국생물환경조절학회, 25(1), pp.30-41

10. 농촌진흥청(2016), ICT융복합 농업기계 기술동향 및 교육체계 개선방안

11. SPRI(2014), 월간 SW중심사회 수요 산업 동향(스마트 농업의 확산)

part 2

기술경영의 동향과 시각

기존산업에서의 기술경영

4. 타이어제조업의 그린서비사이징
조건희

5. R&D조직의 창의성
박종경

4

타이어 제조업체의 그린서비스화 사례 연구

조건희

요 약

제조업체가 제품을 생산하고 공급하는 역할에서 서비스 중심의 사업 모델을 만들어가는 제조업의 서비사이징(Servitization)에 대한 관심이 증가하고 있다. 제품과 서비스를 통합적으로 제공하는 제품-서비스 통합시스템(Product-Service Systems)은 제조 기업이 차별화와 경쟁우위를 통해서 새로운 수익창출과 기회를 얻을 수 있게 해주는 융합 토탈 솔루션이 되고 있다.

제조-서비스화 모델은 전통적인 제품-서비스와 친환경적인 제품 서비스를 분류할 수 있으며, 특히, 제품과 서비스 결합을 통하여 환경부화를 줄여 지속가능성을 높이고 친환경적 운용한 혁신을 그린서비사이징(Green Servicizing)이라고 한다. 본 연구에서는 그린서비사이징에 대한 기존 분류모델을 수집·분석하고, 그린서비사이징을 통한 차별화 전략이 요구되는 타이어 산업의 주요 기업의 사례분석을 진행하였다. 이를 통하여 전통적인 제품생산과 친환경적인 서비스화가 기업전략에 미치는 요인을 도출하고, 제조기업이 적합한 그린서비사이징을 실현할 수 있는 비즈니스 모델과 솔루션을 제안하고자 한다.

목 차

■ 요약 ····· 149

제1장 서론 ····· 153

1.1. 연구 배경 및 필요성 ····· 153

제2장 선행 연구 ····· 158

2.1. 그린 서비사이징 개념 및 정의 ····· 158

2.2. 그린 서비사이징에 관한 국내 외 연구 ····· 162

2.3. Product-Service 분류 모델 ····· 163

제3장 사례 연구 ····· 168

3.1. 사례 연구 목표 ····· 168

3.2. 사례 연구 내용 ····· 171

제4장 결론 및 시사점 ····· 182

참고문헌 ····· 183

제 1 장 서론

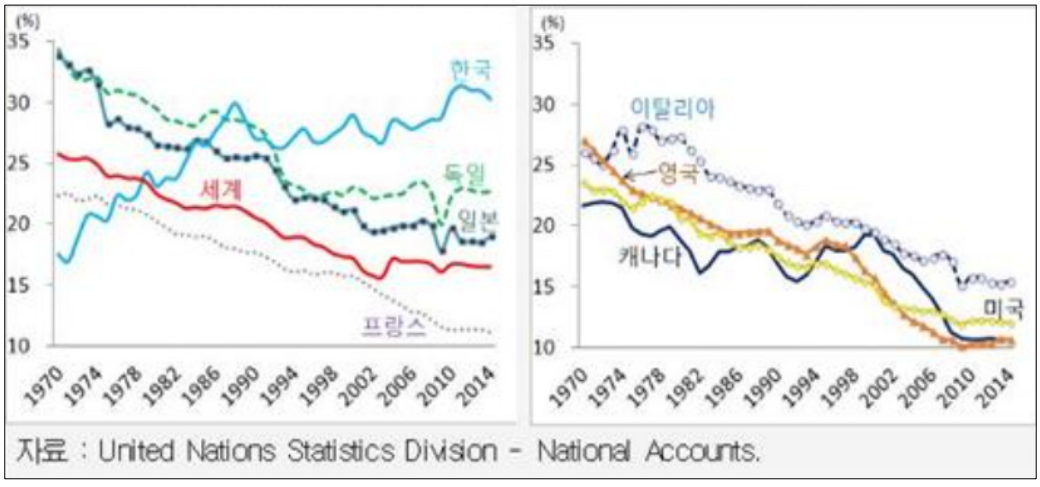
1.1. 연구 배경 및 필요성

최근 빠르게 산업구조가 고도화됨에 따라 제조업이 다양한 방식의 복합적인 시스템으로 변하고 있으며, 가치명제를 제품 자체에 두는 것이 아니라 연구개발, 디자인, 마케팅, 유지보수 등 다양한 측면으로 제품을 제공하는 서비스의 차별화를 경쟁력으로 하는 시대가 되었다.

제조업체가 제품을 생산하고 공급하는 역할에서 서비스 중심의 사업 모델을 만들어가는 제조업의 서비사이징(Servitization)에 대한 관심이 증가하고 있다. 제품과 서비스를 통합적으로 제공하는 제품-서비스 통합시스템(Product-Service Systems)은 제조 기업이 차별화와 경쟁우위를 통해서 새로운 수익창출과 기회를 얻을 수 있게 해주는 융합 토탈 솔루션이 되고 있다. 그리고 수익성 뿐 만 아니라 제품의 지속가능한 것을 목표로 하여 경쟁 우위를 확보하고 있다(Martinez et al., 2010). 통합된 제품 및 서비스 솔루션 제공의 잠재적 이점은 기업의 경제적, 사회적 및 환경 측면에서 자원 활용 및 경쟁력 향상을 가지고 온다(Beuren et al., 2013; Boehm and Thomas, 2013; Gaiardelli et al., 2014; Kohtamaki et al., 2013). 기업이 어떻게 서비스를 통한 가치 창출을 가능하게 하는지와 비즈니스 모델을 제안하는 구체적인 제품-서비스 시스템을 어떻게 설계하고 운영하며, 성공적으로 적용할 수 있는지가 중요하다.

이러한 시장 경쟁의 우위를 점하기 위해서 제조업보다 서비스업으로 비중을 더 두게 됨에 따라 제품자체의 비중이 감소하였다. 세계 경제의 서비스 산업은 전통적 제조 산업보다 일자리 창출 및 생산비중이 더 높아지는 것을

볼 수 있다. [그림1-1]과 같이 선진국 주요 7개국 G7은 제조업 비중이 낮아지고 있는데, 이를 탈산업화 (De-Industrialization)라고도 한다. 그에 비해 한국은 부가가치 대비 제조업 비중이 상승하고 있는 것으로 나타나고 있다. 부가가치 대비 제조업 비중을 살펴보면, 한국은 1970년에 비해 2014년에는 17.5%에서 30.3%로 증가하였고, 전 세계는 25.7%에서 16.5%로 감소했다. 반면 한국은 부가가치 대비 서비스업 비중이 2014년 59.4%로 확대됐지만, G7 국가는 70%를 넘는다. 미국의 경우 산업 부문별 고용비중을 살펴보면 서비스업의 고용비중이 이미 80%를 상회하고 있다. 미국은 풍부한 내수시장을 바탕으로 하고 있기 때문에 제조업에 집중하지 않아도 국가를 운영할 수 있어서 그런지도 모르지만, 한국 경제도 선진국처럼 제조업 비중이 낮아지고 서비스업 비중이 높아지는 균형적인 발전을 도모하고자 지식서비스 산업과 같은 고부가가치 서비스 산업 육성 전략 발판을 마련해야 된다는 목소리가 높아지고 있다(현대 경제연구원. G7국가와 한국의 산업구조 변화와 시사점 보고서, 2016).



[그림 1-1] G7, 세계, 한국의 총 부가가치 대비 제조업 비중 추이

그리고 표1-1에서 보면 국내 기업들의 매출액이 2013년 2.1%에서 2015년 0.3%로 제조업을 중심으로 2년 연속 해마다 줄어드는 추세에 한국 경제를 이끌어온 제조업이 흔들리는 점도 우려가 되고 있다(한국은행. 기업경영분석, 2015). 한국의 주력인 제조업은 글로벌 경쟁력을 갖고 있으나, 최근 전 세계 시장의 경쟁 심화 대비 고부가 가치화 전략 미흡으로 수익창출기반이 지속적으로 약화되고 있다.

[표 1-1] 국내 제조업의 주요 성장지표

주요 성장지표

(전년대비, %)

	2013	(제조업)	2014	(제조업)	2015	(제조업)
매출액증가율	2.1	0.5	1.3	-1.6	0.3	-3.0
총자산증가율	4.6	5.6	4.3	4.0	5.7	3.7
유형자산증가율	5.6	48	4.1	3.2	6.5	5.2

이러한 상황을 극복하기 위하여 많은 제조 중심의 기업은 순수제품의 단점을 극복하고 서비스를 도입하여 새로운 경쟁우위를 확보하려는 제조 기업이 늘어나고 있는 상황이다. 서비스의 비중을 높이는 방식을 통해서 정보기술의 통합으로 발전이 더욱 촉진될 수 있을 뿐만 아니라 제품의 지속가능한 것을 목표로 하여 경쟁 우위를 확보하려는 변화가 제조기업의 서비사이징(Servitization)에 대한 논의가 중요한 이유 중에 하나이다. 특히, 경쟁우위를 극복하기 위해서 적절한 제품-서비스(Product-Survice) 포트폴리오를 만들어야 하며, 이러한 제품-서비스(PS)는 서로 다른 수준의 서비스 정교성을 특징으로 하고 있는데 전통적인 PS제품과 친환경적인 PS제품 모두를 포함할 수 있다. 또한, 환경 친화적인 PS 솔루션의 수가 증가하는 것을 볼 수 있는데, 이러한 솔루션은 천연 자원 고갈 및 환경 파괴와 같은 문제에 대한 사회적 관심 증가로 나타나고 있다(Cohen et al, 2006). 예를 들어, 자동차 주행 시 환경오염을 줄이기 위한 기술을 도입한 Fiat의 친환경 서비스, 자동차 렌탈서비스와 CO2 분출량 비교 서비스를 접목한 Go Green Car &

Van Rental의 CO2분출 보고 서비스가 있다.

오늘날 전 세계적으로 대체에너지, 그린 IT, 저탄소 제품 등에 대해 초점이 모아지고 있다. 이러한 관점에서 제품을 구매하고 사용 및 폐기하는 소비자와 제조자 사이를 연결해 주므로 제품이 소비자에게 공급되는 전 과정에 대해 환경적인 영향과 효율성을 그 해결의 중심점으로 여기고 있다. 이미 이러한 부분에 대해서 제품을 고민했던 선진국들은 제조업의 서비사이징을 중심으로 많은 문헌과 연구와 사례들을 통해서 적용하고 있다. 환경 경영 성과는 기업의 사회적 책임의 한 가지 요소로서 재무적 성과와 정의 상관관계가 있는 것으로 나타난다. 이는 환경 경영이 기업 간의 차별화를 만들기 위한 경영전략의 한 요소로써도 의미가 있다.

서비사이징(Servicizing)은 물건을 판매하는 단순한 행위가 아닌, 서비스를 판매할 수 있는 경제시스템을 도입하는 것이다. 특히, 그린 서비사이징(Green Servicizing)은 환경 측면을 강조한 것으로, IT 서비스 제품이 에너지 절감과 친환경적 생산 혁신을 만드는 것을 의미한다. 그리고 환경부하를 줄이는데 내재적인 잠재력이 있는 프로세스 기반 서비스를 도입하여 지속가능성과 관련된 서비스의 중요성을 부각할 수도 있으므로 환경 친화적인 솔루션으로 개발이 이어지는 것은 중요하다.

하지만 문제는 기업이 이러한 서비스를 채택하여 개발 과정에 적용하는데 어려움을 겪고 있다는 사실이다(Baines 외, 2007; Gaiardelli 외, 2014; Meier 외, 2010; Yoon 외, 2011). 제조 기업에 서비사이징을 성공적으로 도입하는 방법에 대해서는 아직도 다양한 관점에서 적용이 가능한 모델이 제시되지 않고 있다. 또한, 대량 생산에서 스마트 제조로 패러다임이 전환되는 핵심은 제품의 서비사이징이다. 즉, 제품에 서비스를 부가하여 가치를 창출하는 프로세스를 정립하는 PS에 대한 분류 체계를 제공하여 단일 차원

을 기반으로 특정 관리 측면을 논의하는 데에 초점을 두고 있는 기존 문헌과는 구별하고 서비사이징을 원활히 수행하기 위해서 중요한 구성요소 간에 상관관계를 확인해야 한다. 본 연구에서는 친환경 PS 솔루션을 Green이라고 지칭하며, 이러한 분류 체계를 제공하는 것은 중요하다. 이는 기업의 서비사이징에 대한 성공적인 솔루션을 위해 비즈니스 모델을 수립하는데 도움을 주며, 향후 서비사이징 연구의 방향에 좋은 기회를 제공함과 동시에, 서비사이징 추진 전략 적용 단계에 인사이트를 제공하는데 의의가 있다고 사료된다. 따라서 본 연구에서는 제조 기업이 제품의 서비사이징을 적용하는데 제품 특성을 고려하고 환경적인 효율을 고려해 서비스 가능 영역을 확대하기 위한, 제조기업 서비사이징을 가이드 할 수 있는 비즈니스 모델을 통해서 시사점을 주려고 한다. 그리고 제품 서비스와 기업 성과는 밀접한 상관관계가 있을 것으로 생각되며, 환경성과 지속성을 매개로 타사와의 차별화를 도모할 수 있는 경영 전략에도 도움을 줄 수 있다고 생각한다.

본 연구에서는 그린 서비사이징의 의미를 재정의하고, 그린 서비사이징과 관련된 기업의 비즈니스 모델 적용 사례를 찾아 공통 요인을 찾아내어 주요 이슈를 분석한다. 이러한 요인을 토대로 PS 분류 모델과 사례를 비교하여 제조 기업이 적합한 서비사이징을 실현할 수 있는 비즈니스 모델을 검토하고 기업에 적용할 수 있는 솔루션의 방향을 제안한다. 이러한 솔루션은 제조 기업이 환경적인 부하를 감소시키면서 경쟁우위를 차지할 수 있는 비즈니스 모델을 찾는 시도만으로도 그 의의가 있다.

본 연구 방향에 따른 연구문제의 구성은 그린 서비사이징 활용 사례가 어떻게 이루어져 있는지를 분석하는 구조로 되어 있다. 따라서 이에 앞서, 2장에서는 선행 문헌 연구를 진행할 것이며, 3장에서는 연구방법에 대해 다룰 것이다. 4장에서는 결과를 분석하고 5장에서는 향후 방향에 대해 논할 것이다.

제 2 장 선행 연구

2.1. 그린 서비사이징 개념 및 정의

먼저 서비사이징의 시대적 의미에 대해 살펴보면, 서비사이징란 제품으로 판매하고 있는 것을 서비스로 제공하는 것을 의미한다. 고객에 초점을 둔 제품, 서비스, 지원, 지식, 셀프서비스를 하나로 묶어서 제공하는 것으로 서비사이징을 정의 하고 있다(Vandermerwe & Rada, 1988). 제조기업의 서비사이징은 제품특성, 고객특성, 비즈니스 상황특성을 반영하여 서비스 요소를 부가하여 차별화를 이룰 수 있는 새로운 제품-서비스 융합 비즈니스를 개발하는 것으로 정의하고 있다(김용세 외, 2014). 과거 제품판매의 부가요소로 제공되었던 서비스가 제품과 완전히 융합되어 서로 분리할 수 없는 단계로 진화되는 것을 서비사이징으로 나타내고 있다(Robinson, 2002). 또한, 고객을 만족시키고, 경쟁우위를 획득하고, 기업성과를 개선하기 위하여 제조기업이 서비스 지향적이 되거나 더 나은 서비스를 개발하는 전략적 변화라고 정의하고 있다(Ren과 Gregory, 2007). 그리고, 제품판매에서 제품-서비스 통합시스템 판매로 전향함으로써 더 나은 상호가치를 만들어내기 위한 조직의 역량과 프로세스의 혁신이라고 정의하였다(Lightfoot, 2008).

제품에서 서비스의 역할이 점점 높아지는 현상을 제품 서비사이징(Product Servitization)이라고 정의할 수 있다. 서비스화의 동인으로는 기업의 고객지향적 변화, 전략적인 혁신을 통한 가치 창출과 획득으로의 시장진화, 아웃소싱의 증가 기술발전 등을 들 수 있다(Ren과 Gregory, 2007). 제조기업이 서비스화가 되는 경제적 근거로, 기업은 제품수명주기(Product Life Cycle)동안 설치기반 서비스를 제공함으로써 지속적인 이윤창출이 가

능하고, 일반적으로 서비스는 제품보다 더 높은 마진을 제공하며, 안정적인 이윤 창출원을 제공한다는 것이며, 서비스에 대한 고객요구의 증가와 서비스가 가지는 비가시성과 높은 노동의존도와 같은 특성이 모방을 힘들게 하므로 지속적인 경쟁우위의 원천이 된다(Oliva와 Kallenberg, 2003).

이러한 서비스화에 대한 개념으로 그린 서비사이징(Green Servicizing)이라는 언급을 많이 하는데, [표 2-1]은 각 문헌에서 활용된 사례이다.

[표 2-1] 그린 서비사이징을 활용한 문헌

문 헌 내 용	Reference
- 서비사이징(Servicizing)은 「재화를 판매하는 것이 아니라 서비스(기능)을 판매하는 경제시스템으로 전환을 도모」하는 것으로(표1참조), 자체가 탈 물질화로 이어지기는 하지만 전체가 환경부하저감에 기여하고 있다고 할 수는 없다. 서비사이징 비즈니스 중에서 환경면에서 뛰어난 효율을 나타내는 것을 '그린 서비사이징(Green Servicizing) 비즈니스'라 한다.	"서비사이징 활성화방안에 관한 연구 : 자동차 부품을 중심으로" (2008.03 제10권 제1호 대한안전경영과학회지)
- 일본은 지구환경전략연구소(IGES)에서 제품 서비스화 사업으로 분류되는 300여개 이상의 사례로부터 연구 분석한 결과, ESCO, 제3자 물류, 물관리서비스, 화학물질관리서비스 등 성과중심의 서비스가 환경적 성과가 우수하고 시장 잠재력 파급효과가 가장 클 것으로 예상하였다. 이러한 연구결과를 토대로 경제산업성은 "환경 부하 저감 및 경쟁력을 가지는 새로운 비즈니스 모델의 창출"에 효과가 있는 선도적인 사업을 발굴을 위해 그린 서비사이징(Green Servicizing) 사업을 기획, 2005년도부터 지원하고 있다 . 그린 서비사이징(Green Servicizing)이란"제품 판매를 전제로 한 비즈니스"와는 구별되는 것으로 보다 높은 환경부하 저감 효과가 기대되는 새로운"서비스 제공형의 비즈니스"로 정의하고 있다.	"제조업의 서비스화 국내외 사례" (2013. STEPI. 제20권 제1호 과학기술정책. 생산기술연구원 국가청정생산지원센터 실장 김성덕)

- We develop a comprehensive model for classifying traditional and green Product-Service offerings. This PS portfolio should be characterised by different levels of service sophistication [servitisation] and may include both traditional and green PS offerings. The possibility for eco-innovations in the value proposition by providing new green PS alternatives is therefore enormous.	"A classification model for Product-Service offerings" (2014. Journal of Cleaner Production. Paolo Gaiardeli, Barbara Resta, Veronica Martinez)
- 그린 서비사이징(Green Servisizing)은 Japanese Ministry of Environment, Trade and Industry(2006)에 의하면 제품 및 서비스를 판매 할 때 전통적으로 요구되는 환경적 총 부 담을 줄이는 에코 서비스(Eco-Service)로 설명하고 있다. 비즈니스 모델 측면에서는 제품 을 직접 판매하는 것보다는 고객들이 요구하는 기능 단위로 제공하거나, 제품의 라이프 사이클(Life cycle)을 확대하거나, 폐기물 처리 방안을 제시하는 사업 방향을 예시할 수 있다.	"제품의 서비스화 성과에 영향을 미치는 요인" (2016.08. 경영학박사학위. 인하대학교. 경영학과 대학원 윤용)
- 미국은 그린 서비사이징(Green Servicizing)를 지금까지 제품으로 판매하고 있던 것을 서비스화해 제공한다는 의미로 제조자는 소비자에게 상품 자체가 아니라 기능을 판매한다는 개념으로, '생산물'에 대해 모든 이해관계자가 환경부하를 저감해야 한다는 사회적 의식과, 제조 기업들이 매출 영역을 확대하기 위한 전략이 발단으로 '서비사이징'이라는 말 자체는 서비스 요소 증가를 이미지화 하듯이 제조업에 초점을 맞춘 개념이라고 할 수 있다.	"Green Business Issue Report - 제조·서비스 융합형 그린비즈니스 신사업 확산 전략" (2012.08월호 한국그린비즈니스협회 한국생산기술연구원. 김종민 전문위원)

그린 서비스화 정의에 대해 비즈니스 관점에서 공통되는 내용을 분석해 보았다. 비즈니스 관점에서 그린 서비스화 정의에 대해서는 환경 부하 저감에 대한 언급이 가장 많았으며, 서비스 제공과 기능 제공에 대한 의미도 포함하였다. 따라서, 서비사이징이 친환경적인지 확인하는 방법은 기존 사업과 비교하여 서비사이징 비즈니스의 환경 부하량을 평가하면 되나, 현재 비즈

니스 모델의 환경 부하를 정량적으로 평가하는 통일된 방법이 없어서 비교 평가는 어렵다. [표 2-1]에서 그린 서비사이징의 의미를 정리한 것처럼, 서비사이징(Servicizing)이 물건을 판매하는 단순한 행위가 아닌, 서비스를 판매할 수 있는 경제시스템을 도입하는 것이라면 환경 부하 저감이 목표가 아니므로, 서비사이징 비니지스 중에서 환경면에서 뛰어난 효율을 나타내는 것을 '그린 서비사이징(Green Servicizing) 비즈니스'라고 할 수 있다. 즉, 그린 서비사이징에 대해서 '제품 판매에만 집중한 비즈니스'와는 다른 개념으로 환경 부하 저감 효과를 예측할 수 있는 '서비스 제공 제품 비즈니스'로 정의할 수 있는 것이다. 제품 판매 부분에서 비즈니스 모델 관점을 보면 직접 판매보다는 고객들의 요구사항을 기능별로 제공하거나 제품 라이프 사이클 확대를 고려한 사업을 의미한다고 볼 수 있는데, 이와 유사한 의미에서 지속가능한 생산을 통한 소비가 성공적인 서비사이징(Servicizing) 비즈니스 모델을 그린 것을 그린 비즈니스라고 말하고 있는 것이다.

본 연구에서는 선행된 문헌을 기반으로 그린 서비사이징(Green Servicizing)이란 높은 환경 부하를 감소시키는 성과로 이어지거나 환경면에서 뛰어난 효율을 갖고 지속가능한 제품 서비스를 제공하는 개념으로, 사용자에게 경제성, 편리성, 라이프 스타일, 기업 미션과 일치 등 가치를 느낄 수 있는 것으로 정의한다.

2.2. 그린 서비사이징에 관한 국내 외 연구

미국은 그린 서비사이징(Green Servicizing)이 생산자가 소비자에게 상품만 판매하지 않고 기능을 판매한다는 의미로, 생산자 입장에서 환경부하를 저감하려는 사회적 의식을 기반으로 제조 기업의 매출을 확대해 가기 위한 전략이며, 서비스 요인이 증가하도록 하는 제조업 중심의 개념이라고 정의하고 있다. EAP(Environmental Protection Agency)는 2009년 9월에 성장성 높은 10대 그린 서비사이징 분야를 선정하였고 화학물질관리, 카쉐어링, 건물철거서비스, ESCO(Energy Services COmoanies), 해충방제, IT 전과정 관리, 재제조, 자원관리, 화상회의, 제3자 물류 등이 해당한다.

북유럽에서는 기술 혁신보다는 새로운 비즈니스 모델을 개발하여 자원절감과 기업의 경쟁력을 도모할 수 있는 분야 발굴을 시작하였으며, 그린비즈니스 모델 혁신 분야로는 ESCO(Energy Saving Companies), Functional sales(generic model for all green business models), DBFO(Design, Build, Finance and Operator), CMS(Chemical Management Systems), Sharing 등이 있다.

일본은 제품 서비스화 사업을 분류 및 분석에 대해 지구환경 전략연구소(IGES)가 진행한 결과처럼 환경적 성과가 우수할수록 시장에서 파급효과가 크다고 보고 있다. 이러한 연구결과를 토대로 경제 산업성은 “환경 부하 저감 및 경쟁력을 가지는 새로운 비즈니스 모델의 창출”에 맞는 사업을 발굴하기 위해 2005년에 그린 서비사이징(Green Servicizing) 사업을 기획하여 지원하고 있다.

한국은 국가청정생산지원센터와 ㈜에코아이가 국내 최초 공동 연구를 수행하여 여러 산업분야를 체계적으로 분류하고 비즈니스화를 시도하였다. 비용절감과 온실가스 감축으로 인한 그린쉽, 선박에너지 효율관리 등이 이슈가 되었고, 연비를 줄이기 위해서 스마트쉽 운항 최적화 솔루션이 제공되었다.

2.3. Product-Service 분류 모델

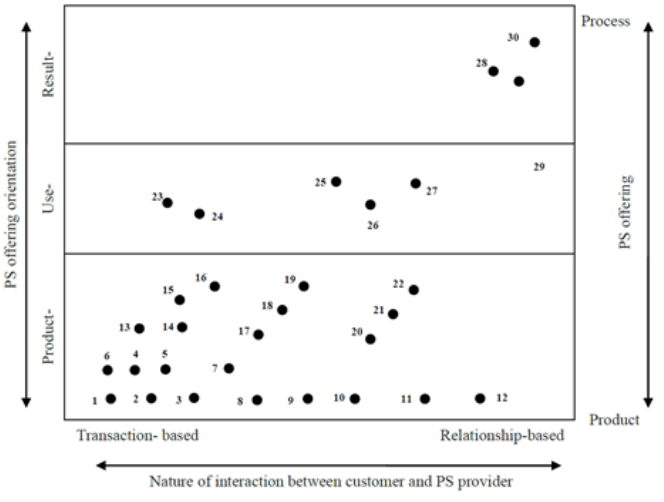
Gaiardelli, P., Resta, B., Martinez, V., Pinto, R., & Albores, P. (2014)에 의하면 여러 가지 유형의 PS(Product-Service) 제공 모델에 대한 이해가 부족하기 때문에 부분적인 모델이 발생할 수밖에 없다. 그리고 제품 서비스 유형에 대한 자세한 이해는 집단 지식을 발전시키고 서비스 전략을 고려하는 조직을 지원할 수 있다. 이에, 전통적인 제품 서비스와 Green 제품 서비스를 분류하는 포괄적인 모델을 개발하였고, 단일 모델에서 비즈니스 및 친환경 제품을 결합하여 실제 적용 사례를 설명하였다. 이러한 모델은 기업이 사용할 수 있는 다양한 전통적 모델과 Green 모델을 보여주고 서비스 간 경쟁 방식도 식별한다. 기업은 시간 경과에 따른 제품 서비스 포지션을 추적할 수 있으며, 환경 및 사회적 문제를 해결할 수 있는 유망 비즈니스 모델로 혁신적인 제품 서비스 시스템 도입을 촉진할 수 있다. 따라서, Gaiardelli, P., Resta, B., Martinez, V., Pinto, R., & Albores, P. (2014)에 의하면, B2B (Business to Business) 및 B2C 영역에서 사용할 수 있는 혁신적인 PS 제공 모델에 따른 분류 코드를 [표 2-3]과 같이 30개로 제안하였으며 전통적인 PS 모델과 친환경적인 PS 모델을 예로 들었다. PS 분류 코드의 ‘g’를 붙이면 친환경적이고 환경 부하를 줄일 수 있는 PS 모델인 경우로 분류할 수 있다. 본 연구에서 주력으로 다루고자 하는 핵심 내용이며, 전통적인 PS 분류 코드가 기준이 되어 번호를 부여하도록 하였다. Gaiardelli, P., Resta, B., Martinez, V., Pinto, R., & Albores, P. (2014)은 PS 분류 코드를 만드는 방법론은 비즈니스 및 관리 분야의 가장 큰 검색 엔진인 Scopus 및 Pro-quest(ABI Pro)에서 논문 식별로 사용하였으며, 선택된 문헌에 snowballing기법(Trochim and Donnelly, 2008)을 적용하여 초기 모델을 작성하여 전문가를 통해 검증 작업을 진행으로 모델의 최종 버전을 구성하는 방식이었다.

[표 2-3] PS 분류 코드

PS 분류 코드	전통적인 PS	PS 분류 코드	친환경적인 PS
1	Home delivery	1g	유통 및 물류 서비스가 환경에 최소한의 부담을 거의 주지 않음
2	Product installation/startup, commissioning	2g	재료 사용 및 장비 최적화를 포함한 천연 재료 사용 및 설치
3	Spare parts and consumables delivery	3g	예비 부품이 재활용 됨
4	Updates/upgrades	4g	전체 업그레이드동안 건물이 지속 가능하도록 환경 업그레이드 제공
5	Remanufacturing, Refurbishing, cleaning, safe keeping	5g	친환경 청소 제품을 사용하여 자동차 청소 서비스 제공
6	Recycling and take back		
7	Financial services		
8	Inspection and diagnosis	8g	원격 진단 서비스를 통해 많은 고객 서비스 약속을 피할 수 있음
9	Repair and maintenance	9g	환경적인 영향을 줄이기 위한 친환경 유지 보수 솔루션 제공
10	Extended warranty		
11	Preventive maintenance	11g	차량의 환경을 보호하는 예방 유지 보수 프로그램을 제공
12	Full maintenance contract		
13	Documentation		
14	Help Desk - hot line on product		
15	Help Desk - hot line on process		
16	Help Desk - hot line on business		
17	Product-oriented training		
18	Process-oriented training		
19	Business-oriented training		

20	Product-oriented consultancy	20g	바닥재 전문점은 고객이 바닥재를 설치 및 지속 가능하도록 서비스
21	Process-oriented consultancy	21g	
22	Business-oriented consultancy	22g	
23	Leasing	23g	자동차 제조업체의 전기 또는 하이브리드 자동차 임대
24	Short term Renting	24g	장단기간 렌트를 위해 효율적인 연비의 자동차를 제공
25	Long Term Renting	25g	
26	Sharing	26g	전기 자동차 공유 회원제 서비스
27	Pooling	27g	하이브리드 자동차 카풀 서비스
28	Pay-per-use		
29	Outsourcing		
30	Functional-based Pay-per-result		

Gaiardelli, P., Resta, B., Martinez, V., Pinto, R., & Albores, P. (2014)은 PS 제공 모델에 따른 분류 코드 [표 2-3]를 세 가지 차원에 도식화하여 [그림 2-1]과 같이 표현했다.



[그림 2-1] PS 분류 모델

[표 2-4]는 PS분류 모델에서 사용한 세 가지 차원에 대해 상세하게 설명하고 있다. 현재 문헌에서는 PS 모델에 대한 개별적인 설명에 제한이 되어 있지 않으며, PS 분류 모델이 기업의 제품 서비스 사례에 적용할 수 있는 포괄적인 모델이므로 본 연구에서 활용을 하였다. 첫 번째 차원은 PS 제공 방향인데, Tukker(2004)가 제안한 분류를 참조한다. 유형의 특성은 소유권, 사용, 의사 결정권한이 있다. 두 번째 차원은 PS 제공 초점을 나타내며, 최종 사용자의 프로세스와 활동을 지원함으로써 제품의 가용성과 기능을 보장한다(Kapletia and Probert, 2010; Mathieu, 2001; Oliva and Kallenberg, 2003; Windahl and Lakemond, 2010). Mathieu(2001)에 따르면 고객과 PS 공급자의 개입과 참여에 대한 관계의 강도와 서비스 사용자 정의가 증가하면 제품에서 프로세스로 초첨이 변경된다.

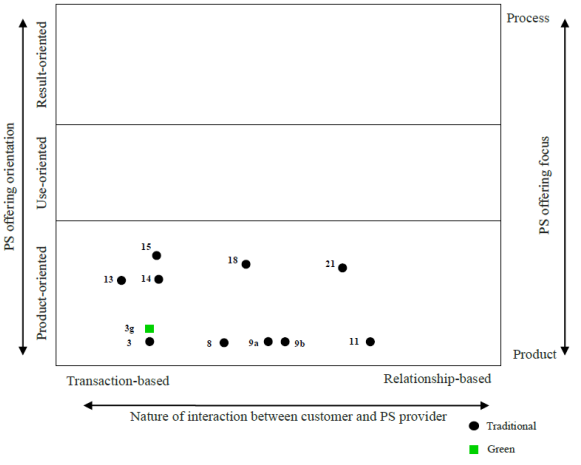
[표 2-4] PS 분류 모델 세가지 차원

PS 제공 방향	특징		
Type	제품 소유자	제품 사용자	제품 결정자
자원중심	고객	공급자	공급자
사용중심	공급자	고객	고객
결과중심	공급자	공급자	고객

PS 제공 방식	특징	
Type	서비스 지속	기능 단위 제공
product	LOW	LOW
process	HIGH	HIGH

고객과 PS제공자의 관계	특징	
Type	위험	비용
거래 기반	고객	가격할증
관계 기반	제공자	고정가격

세 번째 차원은 고객과 PS 공급자 간의 상호 작용의 성격에 따라 PS 제공을 구성한다 (Frambach 외, 1997; Oliva and Kallenberg, 2003; Penttinen and Palmer, 2007). 이 차원에서 상호 작용은 트랜잭션 기반에서 관계 기반 관점으로 변경된다. 이전에 고객이 수행 한 활동에 대한 책임을 인수함으로써 PS 공급자가 가정하는 위험 수준이 증가한다. 이러한 위험을 서비스 제공 가격에 포함시킬 필요성(Sawhney, 2006)은 고객을 위해 창출 된 가치에 가격을 설정하는 것을 포함한다(Gebauer and Friedli, 2005). 서비스 가격 책정 방식은 전통적인 "거래 기반"(가격 인상 및 고정 요금)에서 혁신적인 "관계형"모델 수익 (Bonnemeier et al., 2010)으로 변경된다. 이는 사용량 (시간 및 강도), 성능 (가용성 및 품질 등) 및 결과(예 : 회전율 및 비용 절감)에 대한 가격 책정 방법과 관련 있다. Gaiardelli, P., Resta, B., Martinez, V., Pinto, R., & Albores, P. (2014)은 [그림 2-2]에서처럼 트럭 회사의 PS 모델 분류를 도식화하였는데, 녹색으로 표시되어 있는 '3g'는 친환경적인 요소를 언급하였으며, 부품 재활용 판매 서비스를 분류한 항목이다.



[그림 2-2] 트럭회사의 PS 분류 모델 예시

제 3 장 사례 연구

3.1. 사례 연구 목표

본 연구의 목표는 B2B (Business to Business) 및 B2C 영역에서 사용할 수 있는 혁신적인 PS 제공 분류 코드를 인지하고 PS 사례를 매핑하고 시장 내 경쟁업체를 비교하여 기업의 PS 포트폴리오(전통적 및 Green PS 솔루션)을 분석 및 적용하는 단계를 보여주려고 한다.

첫 번째, PS 사례 수집에서는 제품 서비스 시스템(Product Service System), 서비스화(Servitization), 그린 서비스화(Green Servitization) 등을 포함하는 관련 키워드 검색을 하여 중요 키워드를 통해서 의미를 파악하고 최대한 많은 사례를 찾는다. 이러한 과정에서는 주로 인용된 기사정보와 초록과 키워드를 검색하여 서비스화 사례에 초점을 맞추도록 한다.

두 번째, PS 사례 수집 방법으로는 보조 자료(예 : 마케팅 및 영업 보고서, 전략적 성과 지표 및 기타와 같은 웹 사이트, 브로셔 및 회사 문서)를 사용하여 실제 회사 데이터로 모델을 설명하는 데 중점을 둔다. 친환경적인 요소는 제품 서비스의 모델을 제안하는데 경쟁력을 강화하는 차원에서 중요한 원동력이 될 수 있다. 친환경적인 제품 서비스는 기업이 제품 서비스화를 위해 새로운 아이디어를 제안하는데 기여를 할 수 있으므로 구체적인 Green PS 사례를 찾아 선별하는 과정을 거친다.

PS 분류 모델을 선정하여 사례를 직접 적용하여 비교하는 과정을 거친다. 사례에서 현재 운영이 되고 있는 PS를 분류할 수 있는 기준으로 요약하였으며, 동일한 산업 내에서 비교할 수 있는 사례를 선정하여 제품, 서비스

및 교차 영역을 이해하고 분석하여 PS 분류 모델에 맵핑한 각 사례의 개별 의미를 설명한다.

본 연구는 제조 기업이 제품 서비스화를 도입하기 위한 적절한 비즈니스 모델을 찾기 위하여 새로운 관점에서 연구를 진행하였다. 특히, 비즈니스 모델을 설계하는 과정에서 고객의 요구를 동반하면서 친환경적인 측면을 부각시킬 수 있는 환경부하를 감소하는 제품 서비스 제안이 결국 지속가능한 제품으로 경쟁하게 할 수 있는 부분에 중점을 두어 연구하려고 하였다.

그린서비사이징 정의에 관한 정리와 사례 검토를 통해, 환경적인 부하를 감소시키는 것은 제품 서비스의 플랫폼 내에서 각각의 부하를 감소시키는 결과물과 동일하다고 볼 수 있다. 소비자와 기업이 만나는 마켓플레이스가 곧 플랫폼이 될 수 있는데, 이러한 플랫폼에는 개인과 시장을 이어주는 기업이 존재를 하게 되고 이러한 기업은 반드시 추구하는 비즈니스모델을 구축해야 한다. 즉, 비즈니스모델이란 새로운 가치를 제안하는 것으로써 적절한 운영 방식으로 수익 모델을 만들 수 있는 것을 의미하는데, 서론에서 다루었던 환경적인 부하를 감소시키는 요소가 사회적 가치 기반으로 비즈니스 관점에서 적용 되었을 때 그것이 그린 서비사이징 정의와 부합한다고 보았으며, 본 연구에서 관련 사례를 수집하는데 핵심 키워드로 사용 되었다.

먼저, 사례 검토와 함께 하나의 산업을 선정하였다. 그 배경으로, 세계는 지금 온실가스 과다 배출로 인해 전 지구적 차원의 지구온난화 위기가 예상되고 인류의 생존이 위협 받는 가운데, 2016년 11월 4일 파리협정 (Paris Agreement)이 발효되었다. 이는 지구 기온 상승폭을 섭씨 2도씨 이내로 억제하기 위한 역할과 책임이 강조되고 있어 정책과 수단을 강구하고 있는 실정이다. 중장기 정부정책과 산업계 대응 마련이 구체화 되어야 하기 때문에 신재생에너지 개발, 화석연료 대체, 온실가스처리 등 완화기술이 화두가 되

고 있다. 따라서 제품 서비스 모델 개발 측면에서 에너지를 사용하는 주체가 되면서 에너지를 어떻게 사용하는지에 따라 에너지절약이 가능하므로 이에 대한 분석을 통해서 시사점을 찾는 것은 중요한 의미가 있다. 에너지를 사용하는 요소 중에 원재료와 가장 밀접한 산업은 자원 절약과 가공에 따른 환경적인 부하 측면과 연관성이 많으며, PS 사례 선별 시 천연고무, 합성고무, 카본블랙을 주요 원재료로 사용하고 있는 타이어 산업을 선정하였다. 타이어 산업은 지속적으로 생산량이 증가하면서 관련 설비 증설로 인하여 규모가 커지고 있다. 온실가스 배출권거래제와 같은 규제의 적용과 에너지 자원 고갈에 대한 리스크가 존재하는 가운데, 온실가스 배출을 감축하고 대체 친환경 원료 개발, 제품 지속성 및 효율 향상 등 대응이 필요한 시기이다. 따라서, 국내 타이어 제조업체 선두 기업인 한국타이어와 금호타이어, 넥센타이어 3대 타이어 업종 서비스 사례 분석을 시작하게 되었으며, 온실가스 감축과 친환경 제품 서비스 전환 등 제품 서비스 분류 모델을 적용하고 제조업 제품 서비스화에 대한 환경적인 요인에 대한 시사점을 찾고자 한다.

3.2. 사례 연구 내용

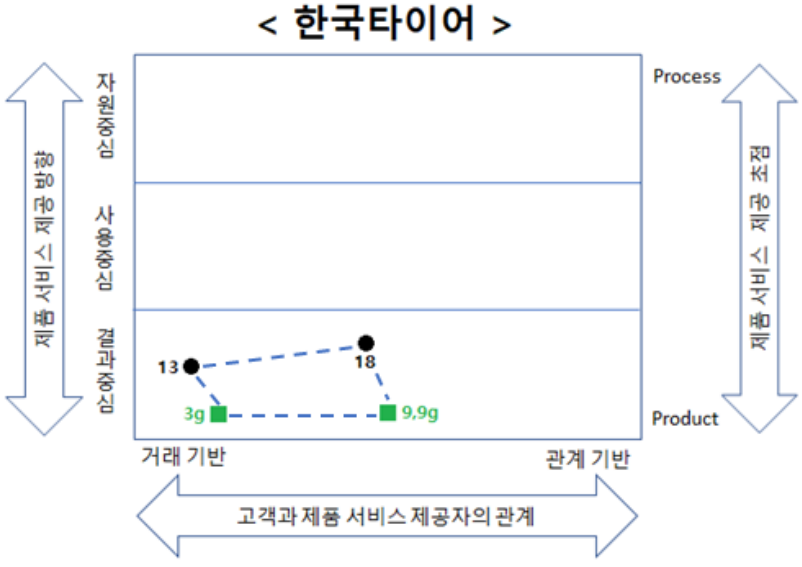
3.2.1 한국타이어

한국타이어는 국내 타이어 산업 3대 기업 중의 하나이다. [표 3-1]은 한국타이어의 2017년 기준으로 해당 온라인(http://www.hankooktire.com/kr/) 메인 사이트에서 시행되고 있는 제품 서비스를 PS 분류 코드에 해당하는 항목에 대해 적용해 보았다.

[표 3-1] 한국타이어 PS분류 코드 적용

PS 분류 코드	PS 분류 모델	한국타이어 모델 적용	대표 서비스 항목
3g	Refurb parts	재생고무 타이어원료로 재사용, 자원 고갈 일조, 친환경 제품개발	재생용 타이어, 타이어 효율 등급제 (2011년 12월 적용)
9	Repair and maintenance services	A/S 지정점을 통해서 수리 및 유지보수 서비스	리테일 네트워크
9g	Repair and maintenance activities during the warranty period	T'Station에서 스마트케어 운영을 통한 무상점검, 2년 무상 보상 서비스 운영	T'Station 스마트케어 서비스, 무상보증등록(승용차, 트럭버스 타이어)
13	Documentation	맞춤형타이어 검색, 사용, 점검, 수리 등 관련 설명 온라인 제공	T'Station 온라인 맞춤 타이어 가이드
18	Process-oriented Training	타이어 사용시 점검 및 주의사항 등 운전자 교육서비스	T'Station 온라인 타이어 관리 교육

[표 3-1]은 PS 분류 모델을 해당하는 한국타이어 서비스를 비교하고 해당하는 모델을 기재하였다. 대표적인 서비스 항목으로는 T'Station 스마트케어 서비스와 온라인 서비스이며, 타이어 효율 등급제를 적용한 서비스이다. 친환경적인 요소로는 T'Station 스마트케어 서비스를 통해 고객이 타이어를 지속적으로 관리할 수 있도록 무상 보증 서비스를 지원하고 있어 효율적인 자원 사용 및 활용이 되도록 하여 환경적인 부하를 저하시키는데 유리하다고 볼 수 있다. 타이어 효율 등급제는 에너지 효율이 높은 친환경 상품을 제공함으로써 환경 보호도 할 수 있는 서비스이다. [그림 3-1]은 이러한 제품 서비스 영역을 이해하기 위해 한국타이어의 PS 분류 모델을 맵핑하여 보았다. 각 PS 제공 유형에 따른 위치를 [그림 3-1]에서 볼 수 있듯이 각 PS 모델의 개별 의미(표 3-1에 설명 됨)에 대한 위치를 이해하고 확인할 수 있다. 분석 결과를 정확하게 이해하고 향후 제품 서비스의 위치를 정할 수 있는 자료로도 활용이 가능하다.



[그림 3-1] 한국타이어 PS 분류 모델 맵핑

3.2.2 금호타이어

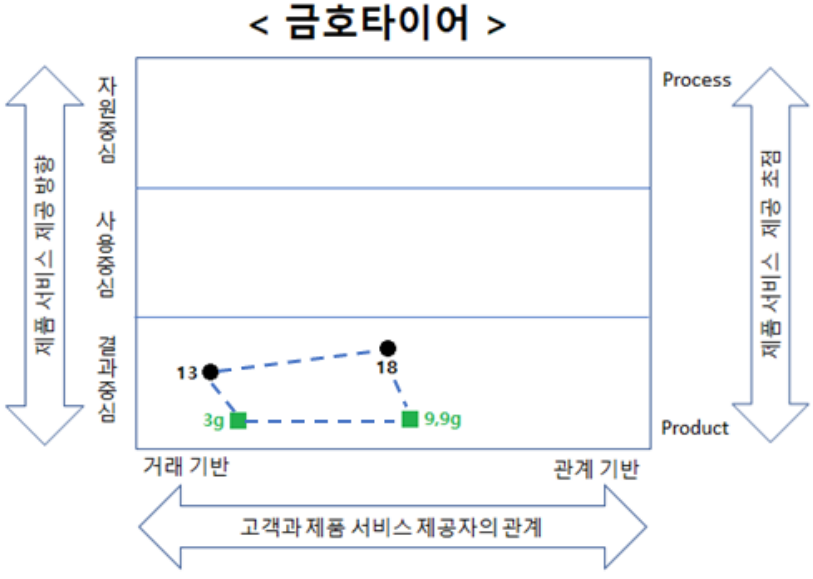
금호타이어는 국내 타이어 산업 3대 기업 중의 하나이다. [표 3-2]은 금호타이어의 2017년 기준으로 해당 온라인(http://www.kumhotire.co.kr/kor) 매인 사이트에서 시행되고 있는 제품 서비스를 PS 분류 코드에 해당하는 항목에 대해 적용해 보았다.

[표 3-2] 금호타이어 PS분류 코드 적용

PS 분류 코드	PS 분류 모델	금호타이어 모델 적용	대표 서비스 항목
3g	Spare parts and consumables delivery	친환경 제품개발	에너지 소비효율 등급제 (2011년 12월 적용)
9	Repair and maintenance services	A/S 지정점을 통해서 수리 및 유지보수 서비스	타이어프로, KTS
9g	Repair and maintenance activities during the warranty period	품질보증기간 6년 적용서비스 , 무상 보상 서비스 운영	국내 최조 타이어 마모 수명 보증제도 , 프리미엄 무상 보증제도
13	Documentation	맞춤형타이어 검색, 사용, 점검, 수리 등 관련 설명 온라인 제공	홈페이지 온라인 타이어 가이드
18	Process-oriented Training	타이어 사용시 점검 및 주의사항 등 운전자 교육서비스	홈페이지 온라인 타이어 관리 교육

[표 3-2]는 PS 분류 모델에 해당하는 금호타이어 서비스를 비교하고 해당하는 모델을 기재하였다. 대표적인 서비스 항목으로는 타이어프로 대리점

서비스와 홈페이지 온라인 서비스이며, 에너지 소비효율 등급제를 적용한 서비스이다. 친환경적인 요소로는 한국타이어와 동일하게 고객이 타이어를 지속적으로 관리할 수 있도록 무상 보증 서비스를 지원하고 있어 효율적인 자원 사용 및 활용이 되도록 하여 환경적인 부하를 저하시키는데 유리하다고 볼 수 있다. 에너지 소비효율 등급제는 에너지 효율이 높은 친환경 상품을 제공함으로써 환경 보호도 할 수 있는 서비스이다. [그림 3-2]은 이러한 제품 서비스 영역을 이해하기 위해 금호타이어의 PS 분류 모델을 맵핑하여 보았다. 각 PS 제공 유형에 따른 위치를 [그림 3-2]에서 볼 수 있듯이 각 PS 모델의 개별 의미(표 3-2에 설명 됨)에 대한 위치를 이해하고 확인할 수 있다. 분석 결과를 정확하게 이해하고 향후 제품 서비스의 위치를 정할 수 있는 자료로도 활용이 가능하다.



[그림 3-2] 금호타이어 PS 분류 모델 맵핑

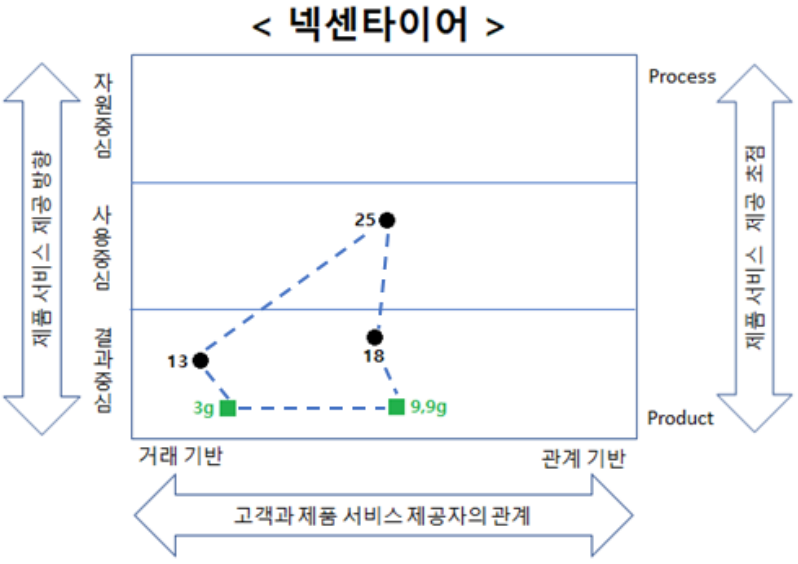
3.2.3 넥센타이어

넥센타이어는 국내 타이어 산업 3대 기업 중의 하나이다. [표 3-3]은 넥센타이어의 2017년 기준으로 해당 온라인(http://www.nexentire.com/kr/) 매인 사이트에서 시행되고 있는 제품 서비스를 PS 분류 코드에 해당하는 항목에 대해 적용해 보았다.

[표 3-3] 넥센타이어 PS분류 코드 적용

PS 분류 코드	PS 분류 모델	금호타이어 모델 적용	대표 서비스 항목
3g	Spare parts and consumables delivery	친환경 제품개발	타이어 에너지 소비효율 등급제 (2011년 12월 적용)
9	Repair and maintenance services	A/S 지정점을 통해서 수리 및 유지보수 서비스	타이어테크
9g	Repair and maintenance activities during the warranty period	품질보증기간 6년 적용서비스 , 1년 무상 보상 서비스 운영	명품 보증제도
13	Documentation	맞춤형타이어 검색, 사용, 점검, 수리 등 관련 설명 온라인 제공	홈페이지 온라인 타이어 가이드
18	Process-oriented Training	타이어 사용시 점검 및 주의사항 등 운전자 교육서비스	홈페이지 온라인 타이어 관리 교육
25	Long term Renting	국내 최조 타이어 렌탈서비스(수량, 기간)	넥스트레벨

[표 3-3]은 PS 분류 모델에 해당하는 넥센타이어 서비스를 비교하고 해당하는 모델을 기재하였다. 대표적인 서비스 항목으로는 타이어테크 대리점 서비스와 홈페이지 온라인 서비스이며, 타이어 에너지 소비효율 등급제를 적용한 서비스이다. 친환경적인 요소로는 3대 기업 모두 동일하게 고객이 타이어를 지속적으로 관리할 수 있도록 무상 보증 서비스를 지원하고 있어 효율적인 자원 사용 및 활용이 되도록 하여 환경적인 부하를 저하시키는데 유리하다고 볼 수 있다. 에너지 소비효율 등급제는 높은 에너지 효율을 가진 친환경 상품을 제공함으로써 환경 보호도 할 수 있는 서비스이다. [그림 3-3]은 이러한 제품 서비스 영역을 이해하기 위해 넥센타이어의 PS 분류 모델을 맵핑하여 보았다. 각 PS 제공 유형에 따른 위치를 [그림 3-3]에서 볼 수 있듯이 각 PS 모델의 개별 의미(표 3-3에 설명 됨)에 대한 위치를 이해하고 확인할 수 있다. 분석 결과를 정확하게 이해하고 향후 제품 서비스의 위치를 정할 수 있는 자료로도 활용이 가능하다.



[그림 3-3] 넥센타이어 PS 분류 모델 맵핑

3.2.4 타이어산업 3대 기업 비교

타이어 산업의 특성은 천연고무, 합성고무 등 원재료를 사용하며 막대한 설비 투자를 필요로 하는 자본집약적 장치산업이다. 또한, 자동차의 제동력, 승차감, 핸들링 등 민감한 기능을 만족시키기 위한 고도의 기술이 집약된 산업이기 때문에 높은 진입장벽을 형성하고 있다. 현재 타이어 산업은 한국타이어, 금호타이어, 넥센타이어 3사에 의해 과점 시장의 형태를 이루고 있으며, 글로벌 타이어 시장은 70%가 해외 10개 회사에 의해 과점되고 있다. 이러한 과점 시장에서는 인지도, 가격경쟁력, 기술력이 주요 요인으로 작용할 수밖에 없다. 한 예로, 타이어 생산의 원재료인 천연고무의 가격 상승이 마진 하락을 가지고 왔다. 판매가격을 인상하더라도 타이어 산업 전반의 품질 향상에 따라 글로벌 업체에서 한계 가격까지 맞추고 있는 실정이다. 이러한 현상을 통해서 타이어 산업은 기술력과 원가경쟁력의 중요성이 더욱 부각 될 수밖에 없다. 따라서, 국내 타이어 3대 기업의 비교를 통한 서비스 차별화는 경쟁우위를 위해서 중요한 요소가 된다.

타이어산업의 각 사례들에서 적용된 PS 분류 코드에 대해서 상세 분석을 [표 3-4]와 같이 정리하여 보았다. PS 제공 방향, PS 제공 초점, 고객과 PS 제공자 간의 상호관계를 통해서 제공하는 서비스에 대해 명확한 구분이 가능하다. 예를 들어 PS 분류 코드 '3g - Refurbished parts'는 PS 제공 방향에 대해 제품의 소유는 고객에게 있으며,PS 제공 초점 측면에서 제품 중심이고 고객과 기업 간의 거래 기반으로 서비스가 제공되고 있다. 다른 예로는, PS 분류 코드 '9g - Repair, Maintenance activities during the warranty period'는 PS 제공 방향에서 제품의 사용은 고객이 되며, PS 제공 초점은 제품 중심이고 고객과 기업 간의 관계 기반으로 서비스가 제공되고 있다. 대부분의 PS 제공 초점은 제품 중심의 서비스를 시행하고 있으며, 회사는 제품의 기능을 보장하며 관리를 돕는 서비스를 주력으로 하고 있는

것이다. 물론, 유지보수 서비스는 부품 판매를 향상시키는 중요한 요소 중의 하나이다.

[표 3-4] PS 분류 모델 상세 분석

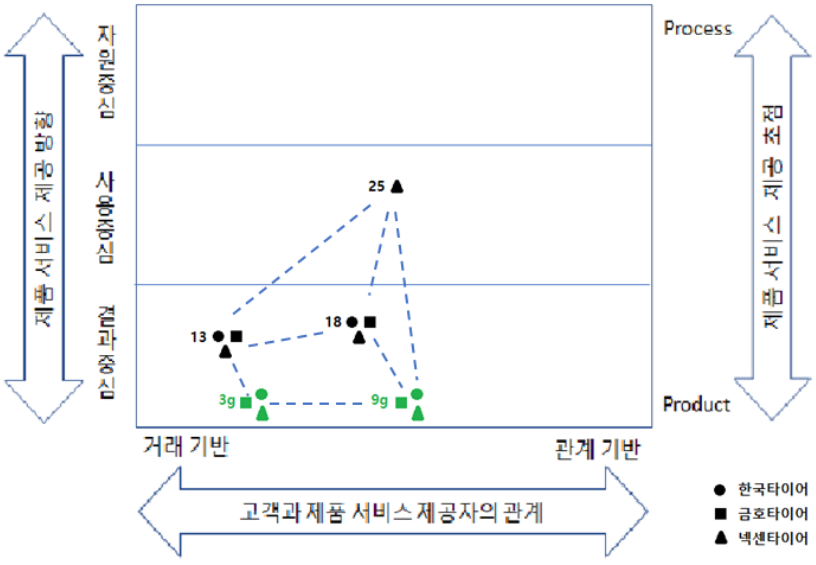
PS 분류 코드	PS 분류 모델	PS 제공 방향	PS 제공 초점	고객과 PS 제공자 관계
3g	Refurb parts	소유,사용,결정 : <고객>	Product	Transactional
9	Repair and maintenance services	소유,사용,결정 : <고객>	Product	Relational
9g	Repair and maintenance activities during the warranty period	소유,사용,결정 : <고객>	Product	Relational
13	Documentation	소유,사용,결정 : <고객>	Product	Transactional
18	Process-oriented Training	소유,사용,결정 : <고객>	Product	Towards relational
25	Long term Renting	사용,결정 : <고객> 소유: <PS제공자>	Process	Relational

[표 3-4]에서 분류된 PS 분류 코드 '3g'는 PS 제공자가 예비부품 및 소모품을 제공하는 부분에서 재활용된 제품을 제공하는 제품 서비스를 의미하고 있다. 이러한 PS 모델은 대표적으로 한국타이어에서 재생고무를 타이어 원료로 재사용하여 공급하는 서비스인데, 원재료를 재생함으로써 원가 및 주요원료를 절감하고 에너지 효율성을 증가시키고 환경적인 부담을 줄여주는 부분이 존재하므로 PS 분류 코드에서 'g'를 적용할 수 있다. 또한 PS 분

류 코드 '9g'는 보증 기간 동안의 수리 및 유지 보수 활동인데 제품의 지속적인 점검을 위해 일정 기간 동안 보증을 해주고 있다. 이는 제품의 품질 저하 및 잘못된 사용으로 인하여 제품 사용기간이 줄어드는 것을 방지하여 짧은 기간 내에 폐기되지 않도록 정기적으로 점검을 하므로 환경적 측면에서는 효율적으로 에너지를 사용할 수 있도록 도와주어 환경적인 부담을 줄여주는 역할을 하고 있다. 대표적으로 한국타이어의 T'Station에서 스마트 케어 운영을 통하여 숙련된 전문가의 표준화된 서비스로 차량 관리까지 제공해주고 있는 고객과의 관계기반 구조를 볼 수 있는데, 이러한 제품 서비스를 그린 서비사이징이 된다. 그리고 비즈니스 모델 관점에서도 수익에 긍정적인 영향을 미치고 있으므로 제품 서비스를 새롭게 만드는데 일조를 하고 있다고 볼 수 있다. 따라서, 유사한 서비스인 조언, 교육, 컨설팅 같은 활동은 점점 증가해야 할 것이다. 왜냐하면, 운영개선 및 비즈니스 성과 향상을 위한 혁신적인 솔루션에 대한 고객의 관심이 점점 증가하여 관련 서비스 분야의 매출이 증가 할 수 있기 때문이다. 고객과 PS 제공자의 관계가 거래 기반 솔루션으로 서비스를 확대하고 있으며 새로운 대안을 찾기 위한 노력이라고 볼 수 있다.

하지만, 넥센타이어의 PS 분류 코드 '25 -타이어 렌탈 서비스'는 장기간 임대서비스를 사용하는 모델을 포함하고 있다. 즉, 고객이 제한된 기간 동안 제품을 독점적으로 사용하지만, 제품의 소유권은 PS제공자에게 있으며, 서비스를 이용할 때는 고객과의 긴밀하고 안정된 관계가 유지되게 하는 관계기반의 서비스이다. 즉, PS 분류 코드'25 -타이어 렌탈 서비스'는 제품 중심이 아닌 사용 중심의 차원에서 다른 기업과 차별화되는 제품 서비스이다. 이러한 변화의 방향은 고객과 PS 제공자의 관계가 거래 기반이 아닌 관계 기반으로 고객에게 가까이 다가가는 서비스를 만들어 가고 있음을 시사하고 있다. 이는 수익 구조의 중요한 변화로도 볼 수 있으며, 고객의 관심이 타이어 관리를 통해 총 비용을 줄이는 솔루션을 원하는 것처럼 보이기

도 한다. 결과적으로 서비스 수준이 향상되고 긍정적인 효과를 기대한다면, 고객의 충성도가 서비스를 유지할 수 있도록 해주기 때문에 안정된 이익도 보장 받을 수 있다.



[그림 3-4] 타이어 3대 기업 PS 분류 모델 맵핑

이러한 분석을 기반으로 [그림 3-4]에서 볼 수 있듯이 PS 분류 코드를 통해 각 기업사례의 현재 위치를 도식화하여 비교 분석을 하였다. 타이어 산업 3대 기업은 동종 산업이라서 공통되는 PS 제공 모델이 대부분 중복되고 있는 것은 특이 사항이 아니다. 하지만, 타이어 산업의 3대 기업 모두 그린서비사이징 관련 PS 제공 모델인 '3g'와 '9g'의 서비스를 도입하고 있는 부분은 주목할 만하다. 물론, 해당 서비스의 매출이 전체 매출에 비해서 비중이 크지 않지만 제품 판매로만 서비스 매출의 대부분을 차지하는 산업이라는 점을 고려한다면, 이러한 사회적 기반의 서비스의 도입은 차별적인 경쟁 우위를 위한 시초가 될 수 있다고 생각한다. 또한, Tukker(2004)에

따르면 환경 부하를 줄이는데 내재적인 잠재력이 있는 프로세스 기반 서비스를 도입하면 서비스가 지속 가능성과 관련된 서비스의 중요성에 대해 지속적으로 고객을 민감하게 만들 수 있다. 타이어 유지보수, 차량 관리 시스템, 운전자 교육 과정 같은 서비스는 고객의 비용을 절감하고 타이어의 환경 영향 감소를 동시에 얻을 수 있다.

결론으로 원재료 가격에 비탄력적인 타이어 산업은 그린 서비사이징 관련 PS 제공 모델의 적용과 기존의 전통 PS 제공 모델을 병행하여야 할 뿐만 아니라, 그린 서비사이징에 대해 충분한 이해 및 개발을 통해 경쟁 시장에서 우위를 점할 수 있는 돌파구를 만들어야 한다. Porter(2008)가 주장한 것처럼, 타이어 산업에서는 규제 경쟁으로 인해 가격 경쟁이 치열 해지고 제품 차별화가 거의 이루어지지 않아 구조적으로 어려움을 겪고 있다. 근본적인 이익원인 타이어 원재료는 계속 상승하고 고객의 기대는 빠르게 변하고 있다. 하지만, 고객은 타이어 구매가 아닌 환경 영향이 적은 타이어 관리 솔루션을 원한다. 타이어 제조업체는 고객 솔루션에 대한 가치를 제공하고 보다 큰 타이어 관리 문제를 해결하면서 서비스의 거래 기반 모델에서 관계형 모델로 전환해야 한다(Rishi 외, 2009). 이러한 의미에서 환경적인 측면에서 바라본 제품 서비스의 개발은 가치 제안의 혁신적인 성장 가능성이 잠재적으로 크기 때문에, 친환경 솔루션을 포함한 새로운 솔루션을 개발하는 것은 B2B와 B2C 모두에서 사용될 수 있다는 측면에서 시사점이 있다.

제 4 장 결론 및 시사점

PS 분류 분석타이어 산업 특성상 단조로운 타이어 판매를 할 수 밖에 없는 제품 중심의 서비스로 한정이 될 수밖에 없지만, 고객과의 거래 기반을 중심으로 관계 기반의 형태로 서비스를 확장하여 도입하는 방향으로 가려는 기업의 움직임을 볼 수 있다. 이는 환경적인 성과를 예상하여 제품의 사용 주기를 일정 기간 동안 관리할 수 있는 보증서비스나 친환경 에코 제품 사용을 통하여 고객의 사회적인 환경보호의식에 참여할 수 있도록 하는 등 그린 서비사이징(Green Servicizing) 사용 빈도가 늘어나고 있는 사례라고 생각한다.

이러한 그린 서비사이징 적용을 통해 제품의 무분별한 공급의 원천적인 관리가 가능하며 장기적으로는 제품을 생산하는데 필요한 원재료 및 가공에서 발생하는 환경오염을 예방하는 선순환 구조를 만드는데 일조하고 있는 것이다. 국내 타이어 제조업체는 환경적인 요인을 근거로 전통적인 서비스에서 그린서비사이징 모델로 확장을 하여 프레임 전환이 이루어진다면 시장에서 기존 제품과 차별화를 통한 경쟁우위를 점할 수 있다.

향후에는 적절한 성공 사례 적용을 통하여 제조 기업이 제품 서비스화를 적용할 수 있도록 비즈니스 모델을 제시하는 것을 연구 과제로 두고 있다. 기존 고객이 아니던 계층을 확보하기 위해서는 새로운 시장을 찾는 전략을 선택해야 한다. 본 연구에서 도출시키고자 하는 제품 서비스 통합 솔루션에 대한 모델은 기존 서비스를 친환경적인 서비스로 전환하여 새로운 고객들을 사로잡는 방법을 선택하고 방향을 잡는 것을 최종 목표로 하여 연구 결과를 통하여 환경문제를 해결하고 지속적인 서비스가 가능한 모델을 통해서 차별화 및 경쟁력을 확보할 수 있음을 알리고자 한다.

참고문헌

고우리, 임호순(2011), "제조기업의 서비스화가 기업 가치에 미치는 장기적 영향에 대한 연구", 고려대 학위논문.

김성덕. (2010). 제조업의 서비스화 국내외 사례. 과학기술정책, (178), 94-104.

김연성, 윤용 (2016) 제품의 서비스화 성과에 영향을 미치는 요인 – 중소기업의 역량을 중심으로. 경영학박사학위. 인하대학교. 경영학과 대학원 658.022 21

김지은. (2014). 국내외 사례를 통해 살펴본 Servitization Business 전략. ie 매거진 , 21(2), 34-37.

김지훈, 조창규, & 김용세. (2015). 제조업의 서비스화를 위한 비즈니스 컨텍스트 진단 방법 및 사례 연구. 대한경영학회지, 28(9), 2439-2454.

류지희, 임호순, 박광태, & 김홍일. (2009). 제품 서비스화 (Product Servitization) 동향 및 분석. 대한산업공학회 춘계공동학술대회 논문집, 414-437.

박석하, 이병섭, & 강해준. (2008). 서비사이징 활성화방안에 관한 연구-자동차 부품을 중심으로. 대한안전경영과학회지, 10(1), 205-213.

이희주. (2016). "제조업 서비스화 적용사례를 통한 서비스화 프로세스 분석" 성균관대학교 일반대학원: 서비스융합디자인협동과정 학위논문(석사).

현대경제연구원. (2016). G7 국가와 한국의 산업구조 변화와 시사점. 한국경제주평, 694권 0호, 1-20

Beuren, F. H., Ferreira, M. G. G., & Miguel, P. A. C. (2013). Product-service systems: a literature review on integrated products and services. Journal of Cleaner Production, 47, 222-231.

Hakyoung Song. (2016). "Analysis and Application of Innovative Patterns in Product-Service Convergence"Graduate School of Technology & Innovation Management Hanyang University.

Gaiardelli, P., Resta, B., Martinez, V., Pinto, R., & Albores, P. (2014). A classification model for product-service offerings. Journal of cleaner production, 66, 507-519.

Gaiardelli, P., Resta, B., Martinez, V., Pinto, R., & Albores, P. (2014). A classification model for product-service offerings. Journal of cleaner production, 66, 507-519.

Reim, W., Parida, V., & Örtqvist, D. (2015). Product–Service Systems (PSS) business models and tactics–a systematic literature review. Journal of Cleaner Production, 97, 61-75.

5

R&D 조직의 조직 창의성 영향 인자에 대한 연구

박종경

요 약

본 연구는 국내 제조업 R&D 조직의 조직 문화와 업무환경이 창의적 성과와 어떠한 관련성을 보이는지 설문을 통하여 실증 분석하고 어떠한 요인들이 영향을 미치는지 살펴보았다. 분석 결과 첫째 “리더의 아이디어 개방성”, “조직 차원의 창의적 문제 해결 독려”, “새로운 아이디어 제시 독려”, “실패에 대한 조직의 책임 감수”, “민주적, 개방적 분위기”, “자원 접근성”, “프로젝트 방해 요소들”, “조직간 방해 및 장애”, “타 부서와의 커뮤니케이션과 창의적 성과물의 연관성”의 요인들이 창의적 성과에 긍정적이거나 부정적인 영향을 미치는 것으로 분석되었다 둘째로 모든 요인에 대하여 창의적 성과와의 영향에 대해 분석한 결과에서는 모든 요인들 중에서도 “조직커뮤니케이션”과 “조직차원의 격려”가 창의적 성과에 긍정적인 영향을 미치는 요인인 것으로 분석되었다. 따라서 이러한 분석 결과들에 의거하여 기업에서는 기업 성과의 핵심 조직인 R&D 조직의 창의적 잠재력을 발현시킬 수 있는 요인과 조직문화 및 업무 환경에 대해 이해하고, 해당 요인들과 창의적 성과의 연관관계에 틀을 확립하는 데 가이드 역할이 될 수 있을 것으로 기대된다.

목 차

■ 요약 ····· 187

제1장 서론 ····· 191
1.1. 연구 배경 및 필요성 ····· 191
1.2. 연구 주제 ····· 192

제2장 선행연구 검토 ····· 192
2.1. 창의성과 창의적 성과 ····· 192
2.2. R&D 조직의 특성 ····· 201
2.3. 조직간 커뮤니케이션 ····· 203

제3장 연구 방법 ····· 204
3.1. 변수 설정 및 설문 구성 ····· 204
3.2. 자료 수집 및 표본의 구성 ····· 206

제4장 자료 분석 및 결과 ····· 208
4.1. 척도의 신뢰성 분석 ····· 208
4.2. 창의적 성과 영향 요인 분석 ····· 209

제5장 결론 ····· 218
5.1. 연구 의의 및 결과 요약 ····· 218
5.2. 한계점 및 향후 과제 ····· 220

참고문헌 ····· 221

제 1 장 서론

1.1. 연구 배경 및 필요성

최근 급속한 기술 환경의 변화와 극심한 글로벌 경쟁 안에서 기업의 핵심 역량으로 창의성이 중요시되고 있다. 대외적으로는 지식기반사회가 도래함에 따라 지식창출의 원천인 창의성에 대한 관심이 증가하고 있으며, 대내적으로는 탈 추격형 기술혁신체제로의 전환이 요구되면서 창의성 연구의 필요성이 제기되고 있다(노풍두, 2011). 이와 같은 환경의 변화는 기업의 혁신을 자극하며, 혁신을 위해서는 물질적, 정신적 자원과 함께 구성원들의 창의성이 전제되어야 한다(임철일, 2009). 따라서 기업들은 경쟁력의 원천을 조직 구성원의 창의적 능력으로 인식하게 되었고, 기업은 조직구성원의 창의성을 유발하기 위해 조직의 창의성 평가와 그 결과에 따른 기업 문화 구성에 많은 관심을 두고 있다. 특히 이 중에서 제조업 계열의 기업들은 R&D 조직의 창의성이 곧 기업의 혁신과 창의적 성과로 연관됨을 여러 연구나 실증 사례들로 확인하고 이 조직의 창의성 강화에 대해 많은 고심을 하고 있다. 하지만 R&D 조직은 일단 기업의 타 조직과는 다른 특성을 가지고 있다. 기존의 조직 창의성 연구들은 광범위한 기업 조직에 대한 일반적인 창의성 평가에 대한 연구를 진행해왔고, 제조업의 R&D 조직 창의성에 어떠한 요인이 크게 작용하는지에 대한 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 제조업의 R&D 조직에서 기업의 창의적 성과에 어떠한 요인이 가장 큰 작용을 하는지 규명하고 기업 측면에서 창의성을 촉진하는 R&D 조직문화 및 창의성을 관리, 발전시켜 나감에 있어 효과적이고 체계적인 전략을 수립 하는데 도움을 주고자 한다.

1.2. 연구 주제

본 연구는 제조업의 R&D 조직에서의 자율성, 팀 내 문화, 조직간 커뮤니케이션 등의 조직 특성들 중에서 기업의 창의적 성과에 어떠한 요인이 가장 큰 작용을 하는지 어떠한 연관성이 있는지 분석하여 추후 제조업 기업의 R&D 조직 창의성 증대와 창의적 성과 향상을 위한 전략 수립에 기여 될 수 있을 것으로 기대한다.

제 2 장 선행연구 검토

2.1. 창의성과 창의적 성과

2.1.1 창의성 (Creativity)의 개념

창의성의 개념은 다양하고 모호하기도 하지만, 이를 정의하고, 창의성에 영향을 주는 요소를 파악하고자 하는 노력은 지속적으로 이루어져왔다(천용찬, 2012). 창의성은 많은 학문분야에서 호기심을 가지고 연구하는 흥미로운 주제이나 규명하기 어려운 다면적인 개념(multifaceted concept)이기도 하다(Runco & Pritzer, 1999).

창의성은 모든 인간행동의 영역, 즉 과학, 예술, 교육, 사업 등의 영역 등에서 새롭고도 적합한 아이디어를 만들어내는 것(production of novel, and appropriate ideas)을 의미한다(천용찬, 2012). 또한 혁신을 생산하는 데 바탕이 되는 사고과정(thinking processes)으로 정의되기도 한다(Weisberg, 2006).

Torrance(1962)는 창의성을 문제의식이나 결핍, 지식의 결함, 보이지 않는 요인들, 부조화 등의 것을 감지하거나 인식하고 이에 대한 가능한 한의 자료를 모음으로써 보이지 않는 요인을 파악하여 해결책을 찾으며, 그 해결책을 찾기 위해 추측하고 가설을 세우며 검증을 하여 그 결과를 전달하는 과정이라 했다(천용찬, 2012).

또한 창의성을 현존하는 산물을 변형시켜서 보다 독창적인 산출물을 만들어 내는 과정이며 지식과 상상력, 평가의 함수라고 보는 관점도 있다(김경자 외, 1997).

창의성에 관한 정의는 크게 세 가지로 나누어 볼 수 있다(김영채, 1999) 첫째로는 좁은 의미의 창의성으로 Guilford(1950)의 확산적 사고와 같은 것으로 본다. 둘째, 넓은 의미의 창의성으로 '새롭고 유용한 어떤 것을 생산해 내는 행동, 또는 정신적 과정'을 의미한다. 이런 의미에 토대를 둔 연구자들은 '창의적인 사람은 어떤 특성을 지니며 발달 배경은 무엇인가'에 관심을 갖는다. 이들은 개인의 성격, 인지스타일, 지능, 지식, 몰입, 내적 동기 등에 초점을 맞춘다. 셋째, 과정으로서의 창의성으로 기존의 정보를 특정한 요구조건에 맞거나 유용하도록 새롭게 조합하는 것을 의미한다(천용찬, 2012). 문제해결을 창의적으로 하는 과정에서 창의성이 어떻게 발휘되는지에 초점을 맞춘다(김용민&이은형, 2010).

그러나 반면에 폐쇄적인 관점으로 창의성을 정의하는 연구들도 있었는데 이런 연구들은 창의성을 정의하는데 있어서 일반화와 타당성을 확보하는데 어려움을 겪고 있다(Plucker & Runco, 1998). 예컨대 어떤 제품이 창의적인 이유는 그 제품이 창의적 과정의 산출물이기 때문이고, 어떤 개인이 창의적인 이유는 그 사람이 창의적인 제품이나 산출물을 만들었기 때문이라는 식으로 개념을 정의하고 있는 경우가 많다(김용민, 2011).

이러한 자기 폐쇄적인 창의성 개념정의를 배제하고 창의성 개념을 정의한다면 창의성은 새롭고도(novel) 적합한(appropriate) 산출물을 만들어낼 수 있는 능력으로 정의될 수 있다(Mayer, 1999). 그러므로 창의성을 구성하는 2가지 주요한 요소는 독창성(originality)과 유용성(usefulness)으로 대표될 수 있다. "새롭다(new)"는 독창적(original)이고 여태까지 경험하지 못한 것을 의미하고, "적합하다(appropriate)"는 유용하고(useful) 제약조건을 감안하여 적용이 가능하다는 것을 의미한다(김용민 &이은형, 2010).

창의성에 대한 연구는 창의성이 나타나는 사고과정(process)이나 창의성이 나타난 산출물(Product)에 초점을 맞출 수 있다. 창의성의 발현되기 위해서는 발현되는 과정과 결과 모두가 중요하다.

먼저, 창의성의 사고 과정은 끊임없이 문제를 찾고, 고민하고, 타인에게 의견을 듣고, 실험하고, 발견된 새로운 해법을 실행하는 것이 포함된다. 결과가 창의적이냐 아니냐와 관계없이, 창의성이란 개인이 심리적으로 창의적 활동에 몰입하는 것으로 규정한다(김형은, 2015).. Drazin, Glynn, & Kazanjian(1999)는 창의성은 창의적인 산출물인 결과보다 그 과정이 더욱 중요하다고 보았다. 문제에 새롭게 접근하기 위해서는 아직까지 알려지지 않은 영역과 과제를 수행하는 새로운 방법을 탐구하며, 다양한 원천으로부터 아이디어를 서로 연결하는 등의 창의적 노력이 수반된다. 산출물로서의 창의성은 “새롭다고 여겨지는 그 무엇”으로 정의된다. 창의적 결과는 유창성(fluency), 유연성(flexibility), 그리고 독창성으로 특징짓는 브레인스토밍에서 발생한다고 정의된다(김용민 & 이은형, 2010).

사고과정(process)과 산출물(Product) 이외에도 창의적인 사람(Person)들의 인지적인 특성, 인성적・동기적인 특성 등을 파악하거나, 환경(Press)적인 측면에서 창의성에 영향을 미치는 상황이나 환경적인 요인을 규명하는

데에 초점을 맞춘 연구들도 있다. 이를 모두 종합하여 다음 표와 같이 사고과정(process), 산출물(Product), 사람(Person), 환경(Press)의 4가지 관점에서 가장 일반적으로 창의성을 분류한다(Rhodes, 1961; Stumpf, 1995; Hemlin et al., 2004).

[표 2-1] 창의성 연구의 일반적 분류 관점

연구 관점	내용
사고과정(Process)	→ 창의적 사고가 이루어지는 과정 연구 → 문제발견(해결) 과정, 확산적 사고 과정 등
산출물(Product)	→ 창의적 성과물의 수준 연구 → 특허, 논문 등 새로움과 유용성 측정 등
사람(Person)	→ 창의적인 사람 특성 연구 → 인지 및 성격 특성
환경(Press)	→ 창의적인 환경에 대한 연구 → 심리적, 물리적 환경 영향

2.1.2 집단 및 조직 창의성에 관한 연구

최근 집단수준의 창의성 연구가 점차 증가하고 있는 것은 지식이 복잡화, 시스템화, 그리고 융 복합화 됨에 따라 혁신행동 또한 팀 단위가 근간이 되어 이루어지고 있기 때문이다(노풍두, 2011). 창의적인 개인들의 단순한 집합이 집단창의성으로 자연스럽게 전환되지 않으며, 개인 창의성이 높다고 해서 반드시 집단창의성이 높은 것은 아니다(노풍두, 2011). 개인 창의성이 높음에도 불구하고 집단특성 등으로 인해 개인 창의성이 발휘되지 못하여 집단창의성이 낮아지는 경우가 흔하기 때문이다(Woodman et al., 1993).

집단창의성이란 집단구성원들이 그들의 창의성을 바탕으로 상호작용하며, 이를 통해 창의적인 아이디어를 도출하고, 문제해결을 위해 이를 실행에 옮기

는 것을 말한다(박대식, 2013). 집단 창의성에 영향을 미치는 요인들로는 개인 창의성 이외에 다양성, 응집성, 자율성, 리더십 등이 있다(노풍두, 2011).

가. 다양성

집단다양성이란 다양한 특성과 경험을 지닌 구성원들로 구성된 집단특성을 의미한다(Amabile at al., 1988). 집단구성이 다양한 분야와 배경을 가진 경우에 집단창의성이 높게 나타나고 있으며 이는 개인 창의성과 관련된 지식과 경험, 창의적 사고기술이 차별적으로 나타날 때 다양성이 존재한다고 볼 수 있다(노풍두, 2011). 개인수준의 연구에서는 정보화 사회에서의 요구와 전문화의 필요성 및 과학 분야의 창의성이 지향하는 중요한 이면의 측면을 간과하고 있다. 조직의 활동과 과학적 연구는 다양한 전문지식과 기능을 가지고 있는 팀 활동 및 집단 상호작용에 더 많이 의존하고 있다(김형은, 2015).

이러한 환경변화에 대처하기 위해서는 다양성과 복잡성에 상응할 만큼 내부다양성이 확보되어야 한다. 집단창의성을 향상시키기 위해서는 소집단 구성원들이 정보, 경험, 전문지식, 기능과 정보처리 방법 등에서 이질적인 형태를 가지고 있어야 한다. 즉 팀(소집단) 내 구성원들의 경험이 다양하고, 다양한 시각에서 같은 문제를 바라볼수록, 다양하고 새로운 아이디어를 접할 기회가 생겨 집단창의성이 높게 나타날 것이다.

나. 응집성

집단 응집성이란 조직 내 구성원들 간의 상호작용과 영향 정도를 나타내는 차원으로 상호신뢰를 바탕으로 서로 협력하고 단결하고 있다는 것을 느

끼는 정도를 의미한다(Abbey et al.,1983). 대부분의 혁신활동은 기술적으로 복잡한 문제에 직면하는 경우가 많으며, 이러한 문제를 해결하기 위해서는 한 사람의 노력보다는 다양한 경험과 지식을 가진 구성원들의 협동적인 노력이 필요하다(Kanter, 1988). 따라서 집단 창의성이 효과적으로 발휘되기 위해서는 서로 많은 것을 공유하고, 신뢰하며, 상호 협조하는 분위기가 바람직하다(노풍두, 2011). 일부 연구에서는 집단 응집성이 너무 높으면 집단의 동질성을 가져와 창의력을 저해할 가능성이 있다고 지적했다. 이는 과제보다는 관계에 초점을 두는 극단적인 '집단사고' 현상 때문이다. 하지만 집단의 응집력이 높을 경우 개인들은 보다 직접적으로 집단 행동으로부터 더 큰 만족을 경험할 수 있으며, 보다 많은 노력과 상호신뢰를 통해 창의성의 발현 가능성이 높아질 수 있다(노풍두, 2011).

다. 자율성

집단자율성이란 팀 구성원이 평가와 감시를 받지 않고 과업의 목표설정, 수행 시기나 수행방법에 대한 의사결정을 자유롭게 할 수 있다고 느끼는 정도를 의미한다(Abbey et al.,1983). 조직의 통제와 간섭이 최소화 되어 구성원들이 자신의 업무수행과 관련되어 스스로 자율적으로 결정할 수 있는 자율성이 높으면 높을수록 팀의 과업에 주도적으로 참여하게 된다(노풍두, 2011). 집단자율성은 의사결정 권한이 집단에 어느 정도 부여되어 있는 지와 관련된다. 의사결정 권한이 집단에 완전히 위임되어 있는 경우 창의적 연구 집단은 집단차원에서 문제를 포괄적으로 정의하고 장기적인 목표를 설정하며, 개인들은 전체적인 목표 하에서 개인의 아이디어를 정의하고 추구할 수 있는 자율성을 보장 받는다(Heinze et al, 2007).

Amabile등(1987)은 연구개발 과학자들에게 창의성을 위한 핵심 요인 중에서 가장 중요한 것이 자율성이라고 하였다. 이것은 기대치 못한 기회(unexpected opportunity)를 발견할 가능성을 높여주며 달성하고자 하는 목표에 대한 집중도를 높여줌으로써 집단의 성과를 높여준다. 그러나 적절한 통제와 조정 없이 자율성이 과도하게 주어지는 경우에는 혁신의 수행과정에서 조직 내외 간 협동이 제대로 수행되지 않기 때문에 혁신적인 성과를 얻을 수 없다. 따라서 자율성을 주었을 때 나타나는 방일을 사전에 방지할 수 있는 굳건한 조직문화가 있어야 한다. 팀 내 구성원들이 달성해야 할 전사적 목표를 공유하고, 이를 달성하기 위한 새로운 방법을 유도할 수 있는 분위기가 조성되어 있어야 자율성이 창의성에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 이같이 혁신적인 조직문화와 자율성의 상호작용에 의해 집단창의성이 높게 나타난다.

라. 리더십

집단의 리더십이란 집단구성원들로 하여금 특정목표를 지향하게 하고 그 목표달성을 위해 실제행동을 하도록 영향력을 행사하는 과정을 말한다(노풍두, 2011). 리더란 구성원들에게 비전을 제시하고, 부하들의 아이디어에 관심을 보일 뿐 아니라 연구 개발에도 열정을 갖고 임하는 리더를 말한다(Peters, 1985). 리더는 팀 내 혁신을 통제하고 결정할 수 있는 입장에 있기 때문에 부하의 혁신 행동에 중요한 영향을 미친다(노풍두, 2011). 즉 조직 내 부하의 아이디어 창출을 독려하고 창출된 아이디어를 실천하고 나아가 다른 구성원들에게 확산시키기 위해서 리더의 역할은 매우 중요하다(천용찬, 2012). 개인 창의성을 통한 혁신은 오랜 시간이 소요될 수 있지만 개

인들이 모인 집단의 창의성은 리더의 역량에 따라 속도를 충족시켜 사업의 성공에 빠르게 도달할 수 있는 장점이 있다(김형은, 2015).

2.1.3 조직의 창의적 성과의 정의

창의성 관련 연구에서 논쟁의 대상이 되는 주제 중 하나가 바로 성과 및 측정의 문제이다. 창의성의 개념과 측정의 문제가 지배적인 결론을 내리지 못하고 있는 것과 마찬가지로 조직 창의적 성과에 대한 논의도 아직 시작 단계인 만큼 다양하고 모호한 편이다(천용찬, 2012).

조직의 성과를 능률성, 공정성, 효과성으로 본 연구들이 있다(J. L. Price, 1986). 왕태규(2007)의 연구에서는 조직성과를 Rainey & Steinbauer(1999)의 정의와 Brewer & Seldon(2000)의 정의에 기초하여 “조직 및 그 구성원 서비스의 생산 및 제공에 있어 한정적인 자원의 투입을 통하여 최대의 효과를 이끌어내기 위한 행정적, 운영적 기능으로 나타나는 효과인 능률성과 목표 달성도와 서비스의 질을 나타내는 효과성, 만족도를 포함하는 공정성으로 구성되는 다차원적인 개념”으로 정의하였다.

Brewer & Seldon(2000)도 조직과 구성원은 상호의존적 관계이므로 조직구성원의 인식은 조직성과에 있어 중요한 영향을 미친다 하여 조직구성원의 인식을 통한 조직성과 측정을 제안하고 있고, 선행 연구들에서도 조직성과에 대한 인식측정은 조직성과에 대한 객관적 평가와 긍정적인 상관관계를 보여주고 있다고 말하고 있다(천용찬, 2012).

또한 비재무적 성과로 고객만족, 품질, 서비스 성과, 직무만족으로 측정한 연구도 있다. 조직성과에 비재무적 성과를 사용하여야 하는 주요 주장들 중 하나는 비재무적 성과가 미래의 재무적 가치의 동인들을 측정하는 미래지향적인 측정치(forward-looking measure)라는 것이다(Kaplan & Norton, 1992).

비재무적 성과의 대표적 측정치 중 하나가 고객만족이며 이는 조직의 현재와 미래의 생존 가능성과 고객이 제공하는 수익흐름이 연결되어 있기 때문에 그 중요성이 크다(안경섭, 2009). 또한 우양호 (2005)는 책임운영기관을 대상으로 하는 연구에서 고객의 만족과 서비스 성과를 조직성과의 지표로 사용하였다.

조직성과를 재무적 성과 중심으로 구분한 경우로는 Carolyny. Y. Woo & Arnold C. Cooper. (1981)가 투자수익률, 시장 점유율, 자본수익률, 매출액 증가, 현금 흐름, 비용통제, 운영이익, 공헌이익 등을 성과측정지표로 사용한 것을 중심으로 Narver & Slater(1990)가 투자수익률을, Jaworski & Kohli(1993)가 시장점유율, 자산수익률, 기업정신, 조직몰입 등을 성과지표로 사용하였다(천용찬, 2012). 김태은 외(2008)에서는 공공기관 성과관리의 핵심적 조건인 성과에 따른 보상이 현실적으로 이루어지고 있는 가를 실증적으로 분석하였고 이때 성과는 경영실적평가점수와 재무성과(ROE)를 하위변수로 구분하였다(안경섭, 2009).

최근 조직의 창의적 성과로 “조직의 문제해결 성과”, “새로운 발견” 등에 대한 논의가 이루어지고 있다. 김왕동(2008)은 공공연구조직의 창의적 연구환경 요인 통합모델에서 창의적 성과를 새로운 아이디어 형성건수, 새로운 경험적 현상발견, 새로운 연구방법론 개발, 새로운 과학도구 발명, 논문/저서 출판건수, 특허출원 건수, 과학상 수상건수 등으로 제시하였다(천용찬, 2012). 이와 비슷하게 Whitley & Frost(1971)는 논문이나 저서 출판건수와 특허/보고서건수, 창의적 아이디어가 접수된 건수를 제시하였고, Moser, M.R.(1985)는 목표의 달성된 정도 등으로 성과를 측정하였다.

2.2. R&D 조직의 특성

2.2.1 R&D 조직의 중요성

모방제품과 비용절감을 기반으로 하는 국내 기업들의 신제품 경쟁우위 전략들이 한계에 도달하면서, 시장과 고객의 기대를 넘어설 수 있는 창의적 신제품의 개발이 기업의 존폐를 결정지을 핵심적 기업 활동으로 인식되고 있다(강성호, 2014). 이에 많은 기업들이 창의적 신제품을 만들기 위한 내부역량의 규명과 축적에 몰두하고 있다(Yang, 2012).

2.2.2 R&D 조직의 특성

R&D 조직에서는 정한규(2003)가 주장했듯이 개인별로 발현되는 지식이 조직의 생명이며, 창의성을 통해서 발현되는 혁신적인 성과들이 조직의 핵심적 자산이 되는 특성을 살려서 창의성을 조직 수준에서 관리하는 문화의 구축과 개발이 더욱 중요하다고 할 수 있다(정서화, 2012).

김재광(2007)역시 기업의 기술개발 활동을 담당하는 R&D 조직은 창의성, 불확실성, 자율성 등의 R&D활동의 특성으로 인해 프로젝트 형태의 과제를 기본으로 하며 비조직적, 탈 조직적 성격이 강함을 지적하였다(정서화, 2012). 그러므로 R&D 조직은 혁신적 관리로서 제품 및 공정의 혁신을 통하여 기업의 발전을 도모하기 위한 관리가 필요함을 역설하였다. 결론적으로 조직 관리를 위한 경영조직과 R&D를 위한 연구 조직 사이에는 근본적으로 임무가 다르며 조직구조, 과정, 그리고 보상시스템, 인적자원의 관리에 큰 차이가 있기 때문에 기업에서 조직이 별도로 설치되어야 함을 주장하였다(정서화, 2012).

일반적으로 연구개발 인력이 가지고 있는 일과 관련된 가치는 일반 경영조직과 달리 해당 조직에서의 성과창출을 통한 내부성장(growth)과 해당 연구 분야에서의 두드러진 업적 성취를 통한 인정(recognition)의 획득이라는 두 가지 측면으로 나누어 볼 수 있다(김영형, 2010). 이들은 한편으로는 조직이 목표로 삼는 상품개발, 이윤 창출 등을 위해 자신이 보유하고 있는 지식과 기술을 제공하고 조직이 지향하는 규범적 가치를 준수함으로써 조직의 위계사다리에서 높은 지위로 승진하고자 하며, 또한 연구개발 인력들은 다른 부문의 인력에 비해 동일 분야의 전문가 집단 등 자신이 종사하고 있는 분야에서 최고의 전문가로 인정 받고자 하는 욕구를 가지고 있다(Miller,1986; 이선규 외, 2011).

그러므로 해당 분야에서의 성취 및 인정 요구, 동료 연구원 집단의 평판 중시 등의 특성들로 미루어 볼 때 연구개발 인력들에서 전통적으로 중시해 오는 그들만의 독특한 조직문화가 형성될 수 있다(이선규 외, 2011).

결론적으로 이러한 정의들을 바탕으로 R&D조직문화의 개념을 정리하자면, 조직이 새롭고 유용한 아이디어를 창출하고 달성하기 위해서 개인은 물론 집단과 조직이 창의적인 행위를 할 수 있도록 유인하며, 집단과 조직 차원에서 창의적인 문제해결이 이루어지도록 관리하는 문화라고 할 수 있다(손태원 외, 2003).

앞서 언급한 R&D 조직만이 가지고 있는 고유한 특징과 일반 경영조직과의 특성을 정리하면 다음 표와 같다.

[표 2-2] 경영 조직과 R&D 조직의 특성 비교

구분	경영조직	R&D 조직
구조	→ 분업 → 힘의 분산화 → 관리의 범위	→ 아이디어 개발자, 조정자, 후원자 역할 → 차별화의 정도 → 예비조직
과정	→ 정보, 커뮤니케이션의 제공 → 계획과 예산 → 성과 측정 → 부서간의 협조	→ 계획안 수립 → 아이디어 창출 및 수집 → 아이디어 혼합 변천 → 프로그램 관리
보상 시스템	→ 보상 → 승진 → 리더의 형태 → 직무 편성	→ 기회부여/ 자치권 → 승진/ 포상 → 특별포상: 현금, 수익배당, 주식배당
인적 자원	→ 승진/전환배치 → 훈련/개발	→ 선별/자율선택 → 훈련/개발

출처: 한국기술진흥협회(2000) p.13. “기업연구소 연구원 인센티브 제도에 관한 조사연구”

2.3. 조직간 커뮤니케이션

Amabile등(1996)은 창의성에 영향을 미치는 요인에 대해 구성원들이 일하는 작업환경을 언급하였고, 이를 구성하는 주요 요인으로 조직 내 구성원 간 상호작용과 커뮤니케이션 등을 제시 하였다. 구성원 간의 커뮤니케이션은 창의성에 영향을 미치는 중요 요인이다(Woodman et al.,1993). 실증적으로도 구성원 간 개방 커뮤니케이션과 정보의 피드백은 구성원들의 창의성 증진에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Amabile et al., 1996).

또한 본 보고서에서는 일상적인 커뮤니케이션과 구분하는 차원으로 조직커뮤니케이션이라는 표현을 사용한다. 조직커뮤니케이션은 ‘조직 속에서의 커뮤니케이션’이며(오두범, 1995), 조직 전체 수준과 개별적 수준에서의 기능을 수행한다. 특히 전반적인 조직 수준에서의 기능과 관련해서 조직커뮤

니케이션은 그 조직(기업)의 혁신 기능을 담당한다. 조직 내에서의 다양한 지식/정보 등의 전이, 교환, 공유의 과정에서 중요한 역할을 담당하는 조직 커뮤니케이션은 문제해결적 측면 등에서 긍정적 영향을 미칠 수 있다 (Myers & Myers, 1982)

제 3 장 연구 방법

3.1. 변수 설정 및 설문 구성

본 연구에서는 설문조사를 통해 R&D 조직의 업무 환경과 조직 창의성, 창의적 성과에 대한 변수를 측정하였다. 사용된 독립변수들은 하기와 같으며 조직 창의성의 권위자인 Teresa.M.Amabile의 KEYS 항목과 여러 조직 창의성 관련 문헌에서 서로 공통 언급되어 해당 분류를 대표할 수 있다고 생각되는 항목으로 선정하여 설문을 진행하였다. 또한 창의적 성과는 기존의 KEYS에서 측정하는 항목에 더해서 “2014 한국기업혁신조사(제조업)“ 부분의 혁신 설문 항목과 “인적 자본 기업패널조사“ 설문 항목에서 조직의 혁신성, 창의적 성과를 측정하는 설문 항목으로 설정하여 주관적, 객관적 창의적 성과 지표 모두를 측정하도록 하였다. 독립 및 종속 변수는 리커트 5점 척도로 응답하도록 작성하였다. 각 측정 변수에 대한 조작적 정의 및 참고 문헌은 다음 [표3-1]과 같다.

[표 3-1] 독립 변수의 조작적 정의와 참고 문헌

분류	조작적 정의	문헌
자율성	프로젝트 수행 방법의 자율성	Amabile(1996); 김왕동(2008); 이화자(2002)
	기존의 업무 처리 방법 고수 유무	
	프로젝트 선택의 자유	
업무의 도전성	진행한 프로젝트의 중요도	Amabile(1999); 이덕로(2015)
	조직에서의 프로젝트 중요도	
	현재 업무의 도전성	
관리자의 격려 (리더십)	리더의 업무 기획력	Amabile(1996); 김왕동(2008); Glassman(1986)
	리더의 목표 제시 능력	
	리더의 커뮤니케이션 스킬	
	리더의 아이디어 개방성	
팀 업무문화	아이디어 제안 방식	Amabile(1996); Woodman(1993); 김왕동(2008); 최종인(1995)
	아이디어 개방성	
	집단의 다양성	
	자유로운 의사소통 정도	
조직수준의 격려	창의적 문제 해결 독려	Amabile(1996); Woodman(1993); 권상순(2000); 최종인(1995)
	새로운 아이디어 제시 독려	
	창의적 아이디어 도출 메커니즘, 시스템	
	실패에 대한 조직의 책임 감수	
	아이디어 평가의 공정성	
	아이디어 제시에 대한 조직 분위기	
	성과 평가의 공정성	
	창의적 업무 수행에 대한 보상	
	민주적, 개방적 분위기	
조직수준의 창의력 저해 요소	조직의 정치적 문제	Amabile(1996);
	타 부서의 간섭	
	업무 진행 절차의 복잡하고 엄격함	
	고위 경영진의 간섭, 압박	
충분한 자원	자금 및 인력활용의 유연성	Amabile(1996); 김왕동(2008); 이화자(2002);
	풍부하고 유연한 자원 능력	
	자원 접근성	
현실적인 업무량 압박감	프로젝트 수행 독촉	Amabile(1996)
	프로젝트 수행 시간	
	프로젝트 방해 요소들	
	수행 시간에 대한 심리적 압박	

조직간 커뮤니케이션	조직 간 커뮤니케이션 정도	Amabile(1996); Woodman(1993); 오두범(1995); Myers(1982)
	조직 간 업무 협업	
	조직 간 방해 및 장애	
	성공한 성과물에 대한 타 부서 기여도	
	타 부서와의 커뮤니케이션과 창의성 성과물의 연관성	
창의적 성과	신제품 개발 및 도입	한국기업혁신조사(2014); 인적자본기업패널조사(2013); Amabile(1996)
	기업 기술의 발전	
	제품의 창의성, 혁신성	
	수요 변화	
	조직의 창의성	
	조직의 효율성	

조직의 규모를 파악하기 위해 대기업, 중기업, 소기업으로 설문 대상을 구분하였다. 기업의 규모를 분류하는 데는 많은 지표가 있지만 근무 인원 기준으로 구분하도록 하였다. 또한 제조업 내에서 어떠한 업종인지 구분하기 위해서 전자부품 및 반도체, 자동차 및 기계 장비, 전자 및 전기 기기, 의료 및 정밀 과학기기, 섬유 및 가방, 의복관련, 화학 제품 관련, 기타의 총 8가지 항목으로 구분하였다. 그리고 응답자의 경력을 파악하기 위해서 4년 이하, 5년 이상~ 8년이하, 9년 이상의 3가지 기간으로 분류하였다.

3.2. 자료 수집 및 표본의 구성

자료의 수집은 본인의 지인들을 통한 국내 제조업 R&D 근무자에게 설문을 하였으며 각 설문자가 다시 지인에게 설문을 실시하는 스노우 볼 방법으로 진행하였다. 설문기간 동안 총 61건의 설문지를 회수하였으며 이중 대기업은 42건(68.9%), 중기업 12건(19.7%), 소기업 7건(11.4%) 회수하였다. 이 61건의 유효설문지로 분석을 실시하였다. 기업 규모에 따른 응답자의 구분은 [표 3-2]와 같다.

[표 3-2] 기업 규모에 따른 응답자 비율

규모	유효설문수(건)	비율
대기업	42	68.9%
중기업	12	19.7%
소기업	7	11.4%
총	61	100%

[표 3-3]에서는 응답자의 제조업종 구분을 확인할 수 있다. 가장 많은 응답자는 전자 및 전기기기 업종으로 약 45.9%를 차지하였다

[표 3-3] 제조 업종에 따른 응답자 비율

제조업종	설문수(건)	비율(%)
전자부품 및 반도체	20	32.8%
자동차 및 기계장비	5	8.2%
전자기기 및 전기기기	28	45.9%
의료, 정밀 과학기기	0	0.0%
섬유 및 가방, 의복관련	2	3.3%
화학제품 관련	0	0.0%
기타	6	9.8%
총	61	100%

응답자의 경력은 표 6에서 보여주는 것과 같다. 응답자의 77%가 5년 이상의 경력을 가지고 있어 전반적으로 풍부한 경험의 응답자가 많은 것으로 집계되었다.

[표 3-4] 근무 경력에 따른 응답자 비율

근무 경력	설문수(건)	비율(%)
1~4년	14	23.0%
5~8년	29	47.5%
9년 이상	18	29.5%
총	61	100%

제 4 장 자료 분석 및 결과

4.1. 척도의 신뢰성 분석

본 연구에서 활용된 독립 변수의 신뢰도 검증을 위하여 내적 일관성 측정을 하는 절차가 필요하다. 설문 문항의 신뢰도를 검증하기 위하여 Cronbach's Alpha Test를 수행하였다.

[표 4-1] 측정 항목의 신뢰성 검증 결과

항목		Cronbach's Alpha	기존 항목 수	결과 항목 수
독립변수	자율성	0.785	3	3
	업무의 도전성	0.707	3	2
	관리자의 격려(리더십)	0.777	4	4
	팀 업무 문화	0.756	4	4
	조직수준의 격려	0.865	8	8
	조직수준의 창의력 저해 요소	0.746	4	4
	충분한 자원	0.742	3	3
	현실적인 업무량 압박감	0.871	4	4
	조직 커뮤니케이션	0.697	5	5
종속변수	창의적 성과 (outcome)	0.766	6	6

분석 결과, 표 7에서 보여주는 바와 같이 독립변수 중 조직 커뮤니케이션을 제외한 나머지 변수들의 Cronbach's Alpha 계수는 모두 0.7 이상의 값으로 나타났다. 이는 사회과학 분야에서 기준으로 하는 0.6을 상회하는 수치로 설문 항목 모두 높은 신뢰도를 나타낸다고 볼 수 있다. 조직커뮤니케이션 항목도 0.697로 0.7에 매우 가까운 수치이며 이 역시 높은 신뢰도를

나타낸다고 할 수 있다. 독립변수 중 업무의 도전성에서는 3가지 설문 항목 중 한가지 항목이 내적 일관성을 저해하여 제거하였다.

4.2. 창의적 성과 영향 요인 분석

4.2.1 자율성과 창의적 성과와의 관계

자율성 요인 3가지가 창의적 성과에 미치는 영향에 대해 다중 회귀분석을 사용하여 분석한 결과는 [표 4-2]와 같다. 이 회귀 식에 포함된 요인은 창의적 성과의 변동을 7.6% 설명하고 있는 것으로 나타났으며, 이 회귀모형은 통계적으로 부적합 것(F=2.581, p=0.063)으로 나타났다.

[표 4-2] 자율성과 창의적 성과와의 관계

선택된 독립변수	베타 계수	t 값	유의확률	공차	VIF
프로젝트 수행 방법의 자율성	-0.071	-0.71	0.672**	0.580	1.723
기존의 업무 처리 방법 고수 유무	0.224	0.707	0.173**	0.607	1.649
프로젝트 선택의 자유	0.227	0.777	0.157**	0.637	1.569
$R^2 = 0.123$, $R^2_{Adj} = 0.076$, F = 2.581, Durbin − Watson = 1.658					
**p<0.05					

4.2.2 업무 도전성과 창의적 성과와의 관계

업무 도전성 요인 2가지가 창의적 성과에 미치는 영향에 대해 다중 회귀분석을 사용하여 분석한 결과는 [표 4-3]와 같다. 이 회귀 식에 포함된 요인은 창의적 성과의 변동을 2.1% 설명하고 있는 것으로 나타났으며, 이 회귀모형은 통계적으로 부적합 것(F=1.630, p=0.205)으로 나타났다.

[표 4-3] 업무도전성과 창의적 성과와의 관계

선택된 독립변수	베타 계수	t 값	유의확률	공차	VIF
진행한 프로젝트의 중요도	0.198	1.264	0.211**	0.691	1.448
조직에서의 프로젝트 중요도	0.058	0.369	0.714**	0.691	1.448
$R^2 = 0.55$, $R^2_{Adj} = 0.021$, F = 1.630, Durbin − Watson = 1.811					

**p<0.05

4.2.3 리더십과 창의적 성과와의 관계

리더십 요인 4가지가 창의적 성과에 미치는 영향에 대해 다중 회귀분석을 사용하여 분석한 결과는 [표 4-4]와 같다. 이 회귀 식에 포함된 요인은 창의적 성과의 변동을 24.5% 설명하고 있는 것으로 나타났으며, 이 회귀모형은 통계적으로 적합 것(F=5.700, p=0.001)으로 나타났다. 그리고 공차와 VIF, Durbin-Watson 통계량을 확인했을 때 회귀 식의 기본 요건인 다중공선성과 잔차의 독립성 등을 충족하고 있다. 창의적 성과에 영향을 미치는 리더십 요인들은 “리더의 아이디어 개방성”이 유의한 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다(p<0.05).

[표 4-4] 리더십과 창의적 성과와의 관계

선택된 독립변수	베타 계수	t 값	유의확률	공차	VIF
리더의 업무 기획력	-0.233	-1.542	0.129**	0.570	1.755
리더의 목표 제시 능력	0.202	1.481	0.144**	0.704	1.421
리더의 커뮤니케이션 스킬	0.018	0.123	0.903**	0.627	1.594
리더의 아이디어 개방성	0.547	3.906	0.000**	0.665	1.504
$R^2 = 0.297$, $R^2_{Adj} = 0.245$, F = 5.700, Durbin − Watson = 1.467					

**p<0.05

4.2.4 팀 업무문화와 창의적 성과와의 관계

팀 업무문화 요인 4가지가 창의적 성과에 미치는 영향에 대해 다중 회귀분석을 사용하여 분석한 결과는 [표 4-5]와 같다. 이 회귀 식에 포함된 요인은 창의적 성과의 변동 정도를 4.2% 설명하고 있는 것으로 나타났으며, 이 회귀모형은 통계적으로 부적합 것(F=1.628, p=0.181)으로 나타났다

[표 4-5] 팀 업무문화와 창의적 성과와의 관계

선택된 독립변수	베타 계수	t 값	유의확률	공차	VIF
아이디어 제안 방식	-0.086	-0.409	0.684**	0.371	2.697
아이디어 개방성	0.119	0.518	0.607**	0.314	3.185
집단의 다양성	0.279	2.04	0.046**	0.885	1.130
자유로운 의사소통 정도	0.054	0.334	0.739**	0.641	1.560
$R^2 = 0.108$, $R^2_{Adj} = 0.042$, F = 1.628, Durbin − Watson = 1.833					

**p<0.05

4.2.5 조직수준의 격려와 창의적 성과와의 관계

조직수준의 격려 요인 9가지가 창의적 성과에 미치는 영향에 대해 다중 회귀분석을 사용하여 분석한 결과는 [표 4-6]와 같다. 이 회귀 식에 포함된 요인은 창의적 성과의 변동을 49.3%정도 설명하고 있는 것으로 나타났으며, 이 회귀모형은 통계적으로 적합 것(F=7.272, p=0.000)으로 나타났다. 그리고 공차와 VIF, Durbin-Watson 통계량을 확인했을 때 회귀 식의 기본 요건인 다중공선성과 잔차의 독립성 등을 충족하고 있다.

창의적 성과에 영향을 미치는 조직수준의 격려 요인들은 “조직 차원의 창의적 문제 해결 독려”, “새로운 아이디어 제시 독려”, “실패에 대한 조직의 책임 감수”, “민주적, 개방적 분위기”가 유의한 영향을 미치는 것으로 나타

났다. 이 중에서 가장 큰 영향을 미치는 것은 베타 값이 가장 높게 나타난 “조직 차원의 창의적 문제해결 독려” 요인으로 나타났으며 이 요인을 포함해 “실패에 대한 조직의 책임 감수”, “민주적, 개방적 분위기”가 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. “새로운 아이디어 제시 독려” 요인은 창의적 성과에 부정적 영향을 미치는 것으로 나타났다.

[표 4-6] 조직수준의 격려와 창의적 성과와의 관계

선택된 독립변수	베타 계수	t 값	유의확률	공차	VIF
창의적 문제 해결 독려	0.655	3.582	0.001**	0.261	3.829
새로운 아이디어 제시 독려	-0.551	-3.246	0.002**	0.303	3.296
창의적 아이디어 도출 메커니즘, 시스템	0.002	0.012	0.99**	0.499	2.005
실패에 대한 조직의 책임 감수	0.234	2.035	0.047**	0.663	1.509
아이디어 평가의 공정성	-0.021	-0.139	0.890**	0.385	2.599
아이디어 제시에 대한 조직 분위기	0.183	1.562	0.125**	0.635	1.575
성과 평가의 공정성	-0.251	-1.843	0.071**	0.472	2.120
창의적 업무 수행에 대한 보상	0.118	0.818	0.417**	0.420	2.382
민주적, 개방적 분위기	0.424	3.016	0.004**	0.441	2.266
$R^2 = 0.572$, $R^2_{Adj} = 0.493$, F = 7.272, Durbin − Watson = 1.598					

**p<0.05

4.2.6 조직수준의 창의력 저해요소와 창의적 성과와의 관계

조직수준의 창의력 저해 요인 9가지가 창의적 성과에 미치는 영향에 대해 다중 회귀분석을 사용하여 분석한 결과는 [표 4-7]와 같다. 이 회귀 식에 포함된 요인은 창의적 성과의 변동을 28.6% 설명하고 있는 것으로 나타났으며, 이 회귀모형은 통계적으로 적합 것(F=6.806, p=0.000)으로 나타났다. 그리고 공차와 VIF, Durbin-Watson 통계량을 확인했을 때 회귀 식의 기본 요건인 다중공선성과 잔차의 독립성 등을 충족하고 있다. 하지만 조직수준의 창의력 저해요소 독립변수 중에서 유의확률(p<0.05) 이내의 값

은 나타나지 않아서 창의적 성과에 영향을 미치는 요인을 없는 것으로 분석되었다.

[표 4-7] 조직수준의 창의력 저해요소와 창의적 성과와의 관계

선택된 독립변수	베타 계수	t 값	유의확률	공차	VIF
조직의 정치적 문제	-0.01	-0.08	0.936**	0.724	1.380
타 부서의 간섭	0.256	1.997	0.051**	0.750	1.333
업무 진행 절차의 복잡하고 엄격함	0.227	1.62	0.111**	0.626	1.597
고위 경영진의 간섭, 압박	0.245	1.699	0.095**	0.591	1.691
$R^2 = 0.579$, $R^2_{Adj} = 0.286$, F = 6.806, Durbin − Watson = 1.983					

**p<0.05

4.2.7 충분한 자원과 창의적 성과와의 관계

충분한 자원 요인 3가지가 창의적 성과에 미치는 영향에 대해 다중 회귀분석을 사용하여 분석한 결과는 [표 4-8]와 같다. 이 회귀 식에 포함된 요인은 창의적 성과의 변동을 13% 설명하고 있는 것으로 나타났으며, 이 회귀모형은 통계적으로 적합 것(F=3.884, p=0.014)으로 나타났다. 그리고 공차와 VIF, Durbin-Watson 통계량을 확인했을 때 회귀 식의 기본 요건인 다중공선성과 잔차의 독립성 등을 충족하고 있다. 창의적 성과에 영향을 미치는 충분한 자원 요인들은 “자원 접근성”이 유의한 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

[표 4-8] 충분한 자원과 창의적 성과와의 관계

선택된 독립변수	베타 계수	t 값	유의확률	공차	VIF
자금 및 인력활용의 유연성	0.175	1.164	0.249**	0.667	1.499
풍부하고 유연한 자원 능력	-0.122	-0.822	0.415**	0.678	1.475
자원 접근성	0.362	2.44	0.018**	0.683	1.465
$R^2 = 0.175$, $R^2_{Adj} = 0.130$ F = 3.884, Durbin − Watson = 1.369					

**p<0.05

4.2.8 현실적인 업무량 압박감과 창의적 성과와의 관계

현실적인 업무량 압박감 요인 4가지가 창의적 성과에 미치는 영향에 대해 다중 회귀분석을 사용하여 분석한 결과는 [표 4-9]와 같다. 이 회귀 식에 포함된 요인은 창의적 성과의 변동을 약 23.5% 설명하고 있는 것으로 나타났으며, 이 회귀모형은 통계적으로 적합 것(F=5.445, p=0.001)으로 나타났다. 그리고 공차와 VIF, Durbin-Watson 통계량을 확인했을 때 회귀 식의 기본 요건인 다중공선성과 잔차의 독립성 등을 충족하고 있다. 창의적 성과에 영향을 미치는 현실적 업무 수행 관련 요인은 “프로젝트 방해 요소들” 요인이 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타나 방해 없이 프로젝트에 집중할 때 더욱 창의적인 성과가 나타나는 것으로 분석되었다.

[표 4-9] 현실적인 업무량 압박감과 창의적 성과와의 관계

선택된 독립변수	베타 계수	t 값	유의확률	공차	VIF
프로젝트 수행 독촉	0.285	1.527	0.133**	0.378	2.649
충분한 프로젝트 수행 시간	-0.086	-0.444	0.659**	0.352	2.845
프로젝트 방해 요소들	0.393	2.605	0.012**	0.579	1.728
수행 시간에 대한 심리적 압박	-0.022	-0.136	0.892**	0.515	1.942
$R^2 = 0.287$, $R^2_{Adj} = 0.235$ F = 5.445, Durbin − Watson = 1.700					

**p<0.05

4.2.9 조직 커뮤니케이션과 창의적 성과와의 관계

조직 커뮤니케이션 요인 5가지가 창의적 성과에 미치는 영향에 대해 다중 회귀분석을 사용하여 분석한 결과는 [표 4-10]와 같다. 이 회귀 식에 포함된 요인은 창의적 성과의 변동을 약 30.1% 설명하고 있는 것으로 나타났으며, 이 회귀모형은 통계적으로 적합 것(F=5.998, p=0.000)으로 나타났다. 그리고 공차와 VIF, Durbin-Watson 통계량을 확인했을 때 회귀식의 기본 요건인 다중공선성과 잔차의 독립성 등을 충족하고 있다. 창의적 성과에 영향을 미치는 조직 커뮤니케이션 요인은 "조직간 방해 및 장애" 요인과 "타 부서와의 커뮤니케이션과 창의적 성과물의 연관성" 요인이 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이 중에서 "타 부서와의 커뮤니케이션과 창의적 성과물의 연관성" 의 베타 값이 0.337로 더 높게 나타나 "조직간 방해 및 장애" 요인보다 더 많은 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

[표 4-10] 조직커뮤니케이션과 창의적 성과와의 관계

선택된 독립변수	베타 계수	t 값	유의확률	공차	VIF
조직 간 커뮤니케이션 정도	0.214	1.157	0.252**	0.351	2.852
조직 간 업무 협업	-0.109	-0.541	0.591**	0.298	3.361
조직 간 방해 및 장애	0.308	2.688	0.010**	0.915	1.093
성공한 성과물에 대한 타 부서 기여도	0.167	1.141	0.259**	0.563	1.775
타 부서와의 커뮤니케이션과 창의적 성과물의 연관성	0.337	2.794	0.007**	0.831	1.204
$R^2 = 0.361$, $R^2_{Adj} = 0.301$ F = 5.998, Durbin − Watson = 1.926					

**p<0.05

4.2.10 모든 독립변수를 고려한 창의적 성과와의 관계

총 9가지의 독립변수 요인들을 모두 고려했을 때 창의적 성과에 대한 영

향 정도를 분석한 표는 [표 4-11] 와 같다.

먼저 개별적으로 창의적 성과와 유의한 관계가 나오지 않은 변수들은 제외했으며, 각 요인 별로 1개의 세부항목이 나왔을 때는 이를 대표 변수로 하고, 2개 이상의 세부항목이 나왔을 때는 평균 값을 구해 이를 대표 변수로 하였다. 정리하면 “리더십”, “조직차원의 격려”, “충분한 자원”, “현실적 업무량”, “조직 커뮤니케이션” 총 5가지의 대표 변수들을 이용하여 단계적 회귀분석을 실시하였다. 회귀 모형에서는 “리더십”,”충분한 자원”,”현실적 업무량” 3가지 독립변수가 제외되었으며 “조직커뮤니케이션”과 “조직차원의 격려” 두 가지 변수로 종속변수인 창의적 성과를 45.3% 설명하고 있는 것으로 분석되었다. 해당 모형은 F 값이 ($p<0.05$)의 유의수준에서 의미가 있으므로 통계적으로 적합한 모형이라 할 수 있다. 이 중에서 창의적 성과에 가장 많은 영향을 미치는 항목은 근소한 베타 값 차이로 “조직 커뮤니케이션” 요인으로 나타났으며 “조직차원의 격려” 요인과 베타 계수 0.003 차이밖에 나지 않으므로 두 변수가 거의 동등한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

[표 4-11] 모든 독립변수 요인과 창의적 성과간의 단계적 회귀분석

모형	베타 계수	t 값	유의확률	공차	VIF
1. 조직 커뮤니케이션	0.541	4.852	0.000**	1.000	1.000
$R^2 = 0.292$, $R^2_{Adj} = 0.280$ F = 23.543, Durbin − Watson = −					
2. 조직커뮤니케이션	0.439	4.393	0.000**	0.945	1.058
조직차원의 격려	0.436	4.367	0.000**	0.945	1.058
$R^2 = 0.472$, $R^2_{Adj} = 0.453$ F = 25.039, Durbin − Watson = 1.764					

**p<0.05

4.2.11 통제 변수를 고려한 회귀분석을 통한 창의적 성과와의 관계

총 9가지의 독립변수 요인들에 대하여 세부 항목의 평균으로 각 독립변수

를 설명하도록 하였고, 이에 대해 통제변수로 기업 크기와 근무 경력을 포함하여 기업의 크기와 근무경력에 상관없이 어떠한 요인이 창의적 성과에 가장 큰 영향을 미치는지 분석하였다. 기업 크기와 근무 경력은 범주형 변수이기 때문에 바로 회귀분석에 사용할 수 없다. 따라서 범주형의 독립변수인 두 변수를 더미변수(Dummy Variable: 가변수)로 변환하여 다중회귀분석에 사용하였다. 범주형 변수를 회귀분석의 독립변수로 투입하려면 더미변수의 개수가 범주 값의 -1개가 필요하므로 각각 2개의 더미 변수를 생성하여 분석을 하였다. 기업 크기는 소기업이 dummy1, 중기업이 dummy2, 나머지가 대기업이며 근무 경력은 dummy1이 1~4년, dummy2가 5~8년, 나머지가 9년 이상이다.

[표 4-12] 통제변수를 추가한 독립변수 요인과 창의적 성과간의 다중회귀분석

독립변수	베타 계수	t 값	유의확률	공차	VIF
기업 크기_dummy_1	-0.057	-0.496	0.622	0.690	1.449
기업 크기_dummy_2	-0.056	-0.465	0.644	0.631	1.585
근무 경력_dummy_1	-0.243	-1.553	0.128	0.377	2.654
근무 경력_dummy_2	-0.236	-1.701	0.096	0.479	2.086
자율성	-0.057	-0.406	0.687	0.461	2.170
업무 도전성	0.064	0.581	0.564	0.751	1.332
리더십	0.029	0.215	0.831	0.495	2.020
조직수준의 격려	0.170	1.029	0.309	0.339	2.952
창의력 저해요소	0.259	1.542	0.130	0.327	3.055
충분한 자원	-0.058	-0.472	0.639	0.610	1.640
현실적인 업무량	0.058	0.372	0.711	0.379	2.639
조직 커뮤니케이션	0.471	4.084	0.000	0.694	1.441
팀 업무문화	0.104	0.939	0.353	0.751	1.332
$R^2 = 0.584$, $R^2_{Adj} = 0.464$ F = 4.867, Durbin − Watson = 1.683					

**p<0.05

기업의 크기와 근무 경력을 추가하였을 때 각 독립변수들 창의적 성과에 미치는 영향에 대해 다중 회귀분석을 사용하여 분석한 결과는 [표 4-12]와 같다. 이 회귀 식에 포함된 요인은 창의적 성과의 변동을 약 46.4% 설명하고 있는 것으로 나타났으며, 이 회귀모형은 통계적으로 적합 것(F=4.867, p=0.000)으로 나타났다. 그리고 공차와 VIF, Durbin-Watson 통계량을 확인했을 때 회귀식의 기본 요건인 다중공선성과 잔차의 독립성 등을 충족하고 있다. 먼저 유의 확률을 보면 p=0.05 이내에서는 “조직 커뮤니케이션” 특성만이 창의적 성과에 영향을 주는 것으로 나타났으나 p=0.1 내외로 보았을 때는 근무 경력과 창의력 저해요소까지 창의적 성과에 영향을 주는 것으로 나타났다. 근무 경력은 창의적 성과에 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 이는 경력이 높을수록 더 많은 창의적 성과를 낸다고 짐작할 수 있다.

제 5 장 결론

5.1. 연구 의의 및 결과 요약

본 연구에서는 국내의 R&D 조직은 다른 조직들과는 다른 특성이 있음을 바탕으로 국내 제조업 R&D 조직을 대상으로 어떠한 요인이 조직 창의성과 창의적 성과에 영향을 미치는지 분석하였다.

본 연구를 통하여 기업에서는 기업 성과의 핵심 조직인 R&D 조직의 창의적 잠재력을 발현시킬 수 있는 요인에 대해 이해하고, 해당 요인들과 창의적 성과의 연관관계에 틀을 확립하는 데에 참고 연구자료로 사용될 수 있

을 것이라는 점에서 큰 의미가 있다. 특히 국내 제조업의 R&D를 특정하여 분석함으로써 제조업의 결과물인 상품이나 제품의 창의성 증대를 위한 조직문화와 업무 환경 개선 전략에 가이드 역할이 될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 조직창의성에 영향을 주는 요인을 자율성, 업무의 도전성, 리더십, 팀 업무문화, 조직수준의 격려, 조직수준의 창의력 저해요소, 충분한 자원 유무, 현실적 업무량, 조직간 커뮤니케이션의 9가지로 구분하고 이하 45개의 세부항목으로 구성 하였다. 또한 신제품 개발능력, 기업의 기술혁신, 창의적 제품출시, 기업의 창의성, 효율성의 5가지를 창의적 성과 측정 지표로 설정하였다. 조사와 분석을 위해서 국내 제조업 R&D에 재직 중인 연구원들을 대상으로 총 61개의 유효설문을 회수했으며 설문문항은 5점 리커트 척도를 사용하여 측정하였다.

우선 각 요인 별로 어떠한 세부항목이 창의적 성과에 유의한 영향을 미치는가 분석하기 위해 다중 회귀분석을 사용하였고 분석 결과 “리더의 아이디어 개방성”, 조직 차원의 창의적 문제 해결 독려”, “새로운 아이디어 제시 독려”, “실패에 대한 조직의 책임 감수”, “민주적, 개방적 분위기”, “자원 접근성”, “프로젝트 방해 요소들”, “조직간 방해 및 장애”, “타 부서와의 커뮤니케이션과 창의적 성과물의 연관성”의 세부 항목이 유의한 영향을 미치는 것으로 분석 되었다. 이 중에서 “새로운 아이디어 제시 독려” 요인은 창의적 성과에 부정적인 영향을 미쳤고 이 요인을 제외한 모든 항목은 긍정적인 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 곧 R&D 조직의 특성 상 여러 가지 아이디어를 발산하고, 그에 따른 시도를 해야 함에 있어서 리더의 수용과 조직의 실패 용인이 있을 때 이것이 창의적 성과로 이어진다고 볼 수 있다. 또한 프로젝트 진행에 있어 다른 조직의 방해가 없고, 수행 시 필요한 자원에 대해 제대로 지원이 될 때 창의적 성과가 높아짐을 알 수 있다.

모든 요인을 통합하여 창의적 성과와의 영향에 대해 분석해보니 모든 요인들 중에서도 “조직커뮤니케이션”과 “조직차원의 격려”가 창의적 성과에 정의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이는 곧 R&D 조직과 타 조직(부서)간의 원활한 커뮤니케이션과, 업무상의 의견 교환이 필요하며 조직차원에서 업무 환경이나 창의적 성과에 대한 보상, 조직 문화 개선에 투자한다면 창의적 성과 역시 증대된다는 결론으로 이어질 수 있다.

5.2. 한계점 및 향후 과제

본 연구의 가장 큰 한계점은 표본 집단의 수가 작고, 기업 선정이 무작위 추출이 아니어서 통계적으로 유의한 결과와 분석이 도출되었다 하더라도 국내 제조업 R&D 조직의 대표성을 가지기는 어려울 수 있다는 점이다. 따라서 추후에 충분히 많은 표본 확보가 가능하다면 제조 업종별이나 기업의 규모별, 기타 다양한 관점에서 조직 창의성에 대한 분석이 가능할 것이다.

참고문헌

강성호, 허원무, & 박경도. (2014). “성공적 신제품 개발을 위한 신제품 창의성의 원천과 역할에 관한 연구”. 마케팅관리연구, 19(4), 123-147.

김왕동(2008), “공공연구조직의 창의성 영향요인 및 시사점”, STEPI 정책연구 2008-15..

김형은(2015), “목표지향성과 창의적 조직문화가 미용 산업 조직원의 업무성과에 미치는 영향”, 서경대학교 대학원..

권상순(2000), “개인, 집단, 조직창의성의 발현 및 제고를 위한 창의적 경영시스템”,「사회과학」, Vol. 3, 29-57.

노풍두, 조용곤, 조근태(2011). “조직의 창의성 수준 평가 모델 개발”. 기술혁신학회지, 14(1), 109-138

박대식(2013). “공공연구조직의 창의성 수준과 연구성과: 산업기술분야 정부출연연구기관을 대상으로”. 석사학위논문. 성균관대학교 대학원

손태원, 홍길표, 정명호, 김영수(2002), “창의성경영의 구성차원과 경영성과의 관련성에 관한 탐색적 연구,” 인사관리연구, 26(3), 273-300

안경섭, & 윤미정. (2009). “공공기관의 혁신활동의 방향성과 조직성과와의 관계”. 한국정책과학학회보, 13(1), 51-74.

임철일, 허유성, 최지영(2009). “기업 내 집단 창의성 저해요인 분석 연구. 47-74

이준호, & 이진규. (2010). “집단주의 조직문화에서 창의적 성과를 위한 커뮤니케이션의 역할”. 대한경영학회지, 23, 183-203

이선규, 이다정, 장성호(2011). “R&D 조직문화가 조직성과에 미치는 영향 관한 연구 – 신뢰의 매개효과 중심으로”, 디지털정책연구 제9권 제3호

왕태규(2007), 조직성과의 영향요인에 관한 연구: 서울시 종합사회복지관을 중심으로, 한국조직학회보. 제4권, 제1호

천용찬(2012). “창의적 성과에 영향을 주는 조직창의성 요인들의 영향관계 규명”. 석사학위논문. 성균관대학교 대학원.

장서화(2012), “R&D조직의 조직성과 결정요인분석: 셀프리더십을 중심으로”, 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 공공정책전공

최인수(1998). “창의적 성취와 관련된 제 요인들: 창의성 연구의 최근 모델인 체계 모델(Systmes Model)을 중심으로”. 미래유아교육학회지, 5, 133-166

한현정(2010). “기업문화 유형이 재무성과에 미치는 영향”. 경기대학교 관광전문대학원. 2010

허대식(2016), “R&D의 내부통합과 기능 간 협업이 신제품 혁신성 및 신제품 개발 성과에 미치는 영향: 한국의 기술혁신형 중소기업을 중심으로”, 한국생산관리학회지, 제27권 제1호, 1-25

Amabile, T.M.(1988), “A model of creativity and innovation in Organizations”, Research in Organizational Behavior, 10.

Amabile, T. M. et al(1996), “Assessing the work environment for creativity”, Academy of Management Journal, 39.

Woodman, R.W., Saeyer, J.E. & Griffin, R.W.(1993), “Toward a theory of organizational creativity”, Academy of management Review, 18(2), 293~321

Woodman, R.W. (1995), “Managing Creativity”, in Ford, C.M. & Gioia, D.A. eds., Creative Action in Organization, Thousand Oaks : SAGE Publications, Inc.

Myers, M. T. & G. E. Myers(1982), “Managing by Communication: An organizational approach”, Auckland: McGrow-Hill International.