Journal of the Korea Convergence Society
Vol. 8. No. 12, pp. 307-315, 2017
https://doi.org/10.15207/JKCS.2017.8.12.307

한국 석유화학산업의 미래전략을 위한 융합적 이머징 이슈 분석

김종철[1], 고영희[2*]
[1]서울과학종합대학원 박사수료, [2]서울과학종합대학원 부교수

Future Strategy of the Korean Petrochemical Industry by Analysing Integrated Emerging Issues

Jong-Chul Kim[1], Young-Hee Ko[2*]
[1]Ph.D Candidate, Seoul School of Integrated Sciences & Technologies
[2]Associate Professor, Seoul School of Integrated Sciences & Technologies

요 약 본 연구는 우리나라 석유화학산업의 미래 전략 수립을 목적으로 미래이슈 발굴을 위한 탐색적 프로세스와 분석을 진행하였다. 연구방법으로서 문헌조사와 함께 STEPPER 분석기법을 활용하여 국내 업계, 학계, 연구계 등 대표적인 전문가들을 대상으로 심층적인 설문조사를 병행함으로써 융합적 시각에서 한국 석유화학산업의 이머징 이슈를 도출했다. 또한 2040년까지 새롭게 떠오르고 있는 트렌드와 이머징 이슈들을 미래이슈분석기법과 전문가 인터뷰를 통해 추출하였다. 이를 통해 미래에도 적용 가능한 변화요인으로서 국제유가 변화, 중국경제 전망, 그리고 미래핵심소재 개발 등 3개 요인들을 확정하였다. 향후 이러한 연구 프로세스를 기반으로 석유화학산업 뿐만 아니라 철강, 자동차, 조선 등 다양한 산업의 미래 시나리오 전략을 위한 연구가 가능할 것이다.

• 주제어 : 미래전략, 석유화학산업, 이머징 이슈, STEPPER, 미래이슈 분석

Abstract This study aims to propose a methodology for future strategies of the Korean petrochemical industry. Instead of using static models or trade related statistical analysis, we derived emerging issues of the Korean petrochemical industry through survey in accordance with the STEPPER analysis. The participants of the survey were limited to leading experts of the field, such as businessmen, researchers and professors. Also, I observed whether the current driving forces are suitable in analyzing the future. Furthermore, emerging trends and emerging issues as far as 2040 were also extracted through horizon scanning and expert interviews. Through this study, three factors, which are the global oil prices, economic prospects, and core material development, have been confirmed. In the future, I believe that not only petrochemical industry, but also other industries such as steel, autos, shipbuilding and so on, can be studied for future scenarios and strategies as well.

• Key Words : future strategies, petrochemical industry, emerging issues, STEPPER, horizon scanning.

*Corresponding Author : 고영희 (yhko@assist.ac.kr)
Received September 04, 2017 Revised November 26, 2017
Accepted December 20, 2017 Published December 28, 2017

1. 서 론

우리나라 경제발전의 역사는 석유화학산업의 성장과 궤를 같이 하여 왔다고 해도 과언이 아니다. 석유화학산업의 기초원료인 에틸렌 생산이 없었던 1970년 당시 우리나라 경제규모는 세계 39위 수준에 머물렀으나 2015년 에틸렌 생산 세계 4위인 우리나라의 경제규모는 세계 11위로 도약하였다. 석유화학산업은 일반적으로 “산업의 쌀”이라고 불린다. 이는 석유화학산업이 석유, 천연가스 등을 원료로 플라스틱 소재인 합성수지 및 합성섬유 원료, 합성고무와 함께, 각종 화학제품을 생산하는 기초소재로서 섬유의류, 타이어, 자동차, 반도체, 전자제품 등 우리나라 주력산업 뿐만 아니라, 세정제, 계면활성제, 냉매 등 생활용품 전반에 기초 원료를 공급하는 핵심 기간산업이기 때문이다. 2015년 한국은행이 발표한 업종별 산업연관도(2013년 기준)에 따르면 석유화학은 2.94로서 철강(3.32)에 이어 두 번째로 높고, 기계(2.08), 자동차(2.04) 등이 다음 순위를 차지한다. 이는 석유화학산업의 경쟁력 확보 여부가 우리나라 산업 전반의 성장에도 매우 큰 영향을 미친다는 사실을 보여준다[1]. 한편 석유화학산업은 핵심 기반기술이라고 할 수 있는 정보 및 전자산업 등 타 산업의 변혁이나 사회적 요구의 변화에 대응하기 위한 제품 또는 기술의 개발에 있어서도 매우 중요하다. 또한 정밀성과 기능성 등 고도의 기술이 요구되고, 다품종 소량 생산도 가능한 고부가가치 산업이다[2]. 이처럼 석유화학산업이 우리나라 경제와 산업에서 차지하는 비중과 위상을 고려할 때, 앞으로도 국민경제성장의 핵심 성장동력의 역할을 지속할 것으로 기대되고 있다.

그럼에도 불구하고 석유화학산업은 경영, 경제, 전략적 측면에서 학술연구가 많지 않고 대부분 기업 단위의 컨설팅 형태로 제시되고 있는 상황이다. 이동휘(2016)는 석유화학산업이 국가차원의 전략산업이라는 중요한 위치에도 불구하고, 지금까지 석유화학산업과 관련된 국내 선행연구들은 주로 공학적 연구에 국한되어 있으며, 경영학적 연구는 매우 미흡하다는 점을 지적했다. 또한 그러한 경영학적 연구들 또한 대부분 현황 분석이나 정책 또는 방향 제시 정도에 국한되어 있었다는 점도 비판하였다[3]. 한편 국가차원에서 산업과 정부정책에 영향을 미치는 장기적 환경변화에 대응하기 위해 정태적인 연구의 한계를 극복할 필요성도 요구된다. 급변하는 글로벌 여건 속에서는 현재의 트렌드만이 아니라 미래 이머징 이슈를 예측, 분석하는 것이 필요하다. 또한 이를 통해 장기적인 시계를 기반으로 하기 위해 일부 불확실성(uncertainty)은 불가피하겠지만, 보다 현실적인 접근방법을 통해 미래에 대한 대비책을 마련하는 것이 필요한 시점이다. 이와 같은 융합적인 접근방법은 특정 기업과 산업을 넘어 국가차원에서도 미래에 대한 대비를 논의하는 방법론으로서 활용될 수 있을 것이다. 따라서 현재의 트렌드 또는 미래의 메가트렌드에 대응하기 위해서는 특정 시점에서 관측되거나, 전문가들 사이에서 예측되는 다양한 이머징 이슈들에 대한 융합적 연구는 매우 중요하다. 아울러 시나리오 등 다양한 질적인 방법론을 통해 통계적 분석방법의 한계점을 보완하여야만 장기적 관점으로써 미래에 대한 지속가능한 전략 수립이 가능할 뿐 아니라 이행의 지속성도 담보할 수 있을 것이다.

선진국들은 정부차원에서 정치, 경제, 사회, 기술, 환경 등 전 영역에서 새로이 떠오르는 이슈들을 발굴하고 이에 대한 대응책을 마련하고 있다. 또한 Royal Dutch SHELL사[4], BP사[5] 등 주로 업 스트림 분야인 에너지 관련 주요 선진기업들도 이러한 이머징 이슈에 대한 선제적인 대응을 강화하고 있다. 반면, 국내에서는 친환경, 인공지능, 빅데이터 등으로 대표되는 커다란 변화의 흐름 가운데 모든 산업이 그 영향권에서 벗어날 수 없음에도 불구하고, 석유화학산업의 이머징 이슈들에 대한 논의는 아직 뚜렷하게 제시되고 있지 못하고 있다. 따라서 석유화학산업의 미래를 견인하는 핵심동인을 추출하기 위해서는 가까운 미래 뿐 아니라 먼 미래를 예측하기 위한 연구방법에 대한 탐구도 필요하다고 할 것이다. 또한 기존 연구들에서 이머징 이슈 도출을 위해 사용한 제한적 요인들을 확대하여 다양한 산업들에 영향을 미칠 수 있는 보다 융합적인 요인의 미래이슈분석이 시도되어야 하는 시점이다.

이를 위해 본 연구는 개별산업의 경쟁여건을 관찰하고 미래 전략 이슈의 핵심동인을 파악하기 위해 미래전략 분석 기법인 STEPPER 모델을 활용하여 한국의 석유화학산업을 분석해보고자 한다. ICT 융합 등 미래 사회의 메가트렌드와 다양한 파생이슈들을 분석하고 석유화학산업에 영향을 주는 이머징 이슈를 탐색함으로써 한국의 석유화학산업계의 자기진단과 미래전략을 수립하는데 필요한 전략적 시사점을 제시하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 미래이슈분석(Horizon Scanning) 연구

미래이슈분석(Horizon Scanning)은 미래예측(foresight)을 효과적으로 수행하기 위해 기존의 전통적인 양적 접근방법론을 보완하거나 대체할 수 있는 유용한 질적 연구방법론의 하나로서 조명을 받고 있다. 하나의 조직(국가)을 둘러싼 정치, 경제, 사회, 기술, 생태 환경과 관계되어 새롭게 떠오르는 이슈들을 모니터링, 분석, 평가하는 지속적이고 체계적인 활동 전반을 가리키는 미래이슈분석은 정책 아젠다 발굴, 기업 및 국가전략의 수립 등을 위한 도구로 활용되고 있다. 특히 21세기 글로벌 여건은 금융위기(2008~2009), 후쿠시마 원전사고(2010)와 같은 새로운 돌발 상황에 직면하게 되면서, 많은 기업전략과 정책결정자들이 적절한 대응책 마련에 어려움을 겪고 있다. 이러한 측면에서 미래이슈분석을 각 기관과 조직이 시스템 차원에서 구축하고 이를 상시 활용할 필요가 있다[6]. Sutherland(2009, 2015)는 미래이슈분석에 대해 단순한 의견 말하기 또는 신뢰감이 부족한 행동 등이 아니라 하나의 시스템적인 접근방법이라고 하면서, '현재에 대한 철저한 이해'라는 범위 내에서 어떤 중요한 발전의 미세한 움직임을 파악하고 미래의 가능성을 향한 정신적 여정을 공고히 하는 것이라고 하였다[7]. 또한 그는 주어진 주제 또는 분야에서 잠재적으로 중요한 중장기 위협과 기회를 체계적으로 검토하고 발굴하는 미래예측 기법의 목적은 미리 예측하지 못했던 정치적, 사회적, 경제적, 기술적, 자연적 변화를 가능한 빨리 파악하여 이에 대비함으로써 궁극적으로 이러한 변화에 대응할 수 있는 시간을 확보하는 것이라고 하였다[8]. 한편, 석유화학산업을 비롯하여 원료의 수급과 기술개발 및 경쟁여건의 변화가 급격한 산업분야에서는 장기적인 시계를 가지고 정확한 미래예측 여부가 기업과 산업의 흥망성쇠를 결정하게 된다. 이러한 산업분야에서는 원료와 제품의 수급, 타 산업의 변화 등과 관련된 빅데이터를 접목할 경우, 현실의 다양한 이슈들에 대한 객관적인 진단과 변화 추세에 대한 확인이 용이하다. 또한 단순히 미래사회 모습의 전망에 그치지 않고, 잠재적인 위협요인이나 기회요인을 예측함으로써 사전적인 예방과 효과적인 대응을 강화할 수 있다[9].

한편 현재 이슈와 미래 이슈간 관계에 대한 조망 능력도 필요하다. 그러하지 못할 경우, 현재 이슈에만 매몰되어 다가올 미래 이슈의 도래시점과 파괴력에 대한 오해와 불신은 자칫 회복 불가능한 상태로 내몰릴 수 있는 가능성에 노출될 수밖에 없을 것이다. 이러한 측면에서 미래이슈분석 방법은 장기적인 시각으로 현재와 미래이슈들이 일정하게 패턴적인 변동성을 설명하는 분석기법이다. Andrew Curry와 Anthony Hodgson(2008)은 '현재'(the present)를 '바람직한 미래'(the desired future)와 연결하고, 고착화된 현재(the embedded present)와 상상된 미래(these imagined futures) 사이의 충돌의 결과로 일어날 수 있는 다양한 미래를 보여주고 있다. 동 방법론은 잠재적 변화가 점진적인 것이 아니라 파괴적인 경우에 유용한 것으로 분석된다[10].

2.2 주요 국가별 사례 연구

주요 선진국들은 효과적인 미래예측을 위해 국가차원으로 이슈 스캐닝(Horizon Scanning) 전담기관을 운영하고 있다. 영국은 1994년부터 국가미래전략 수립을 위해 이슈 스캐닝을 전담하는 미래이슈분석센터(HSC; Horizon Scanning Center)를 설치하였다. 네덜란드도 2005년부터 미래이슈 분석을 위한 프로젝트(Horizon Scanning Project)를 가동하였으며, 싱가포르도 2004년부터 총리실 산하에 위험평가미래이슈분석 전담기관(RAHS; Risk Assessment Horizon Scanning)을 설치하여 운영하고 있다[11].

이후 영국 HSC는 산업계, 연구계, 국제기구, 사회적 기업 등에서 180여 명의 대표들과 공동으로 워크숍, 인터뷰 등을 통해 영국의 현황, 미래사회의 니즈, 잠재시장 규모 등을 고려하여 "기술과 혁신의 미래 : 2020년대 영국의 성장기회(Technology and Innovation Futures: UK Growth Opportunities for the 2020s)" 보고서를 발간하였다. 동 보고서는 미래분석 기법으로서 'STEEPLE 프레임워크'를 활용하였는데, STEEPLE는 사회(Society), 기술(Technology), 환경(Environment), 경제(Economics), 정치(Politics), 법률(Legal), 윤리(Ethical) 등 7가지 영역을 기준으로 분석하였다. 이를 통해 2020년대에 예상되는 53개 핵심기술들이 제시되었고, 주로 생명공학과 제약, 소재와 나노기술, 디지털 및 네트워크, 에너지와 저탄소기술 등 4가지 카테고리로 구성되어 있다. 이중 2020년대에 영국에서 기술적으로 특히 중요할 것으로 추정되는 영역을 ① 수요기반 제조(Manufacturing on Demand), ② 스마트 기반여건(Smart Infrastructure), ③ 2차 인터넷 혁신(The Second Internet Revolution), ④ 에너지 전

환(The Energy Transition), ⑤ 미래 신소재 개발(New Materials' Contribution to a Low Carbon Future), ⑥ 재생의학(Regenerative Medicine), ⑦ 지식재산(Intellectual Property) 등 7가지를 제시하였다. 한편, 네덜란드도 2008년에 "미래이슈분석 2007 (Horizon Scan Report 2007)"을 발표하였다. 동 보고서는 ① 물리적 환경(Physical Environment), ② 기초설비(Basic Facilities), ③ 연구개발 및 교육(Research, Development and Education), ④ 사회(Social), ⑤ 경제(Economic), ⑥ 정치, 행정 및 사법(Political, Administrative and Legal) 등 6가지 분야에 대해 위협요인과 기회요인을 분류하였다. 위협요인은 영향 발생 가능성, 잠재적 영향의 심각성과 크기, 공공이슈로 확대될 가능성 등을 기준으로 한 반면, 기회요소는 긍정적 결과의 크기와 실제로 긍정적 결과가 일어날 가능성 등을 기준으로 하였다[12]. 우리나라도 한국정보화진흥원(2010)에서 국내외 메가트렌드와 미래전망 관련 총 51개 자료를 수집하여, 각 자료별로 심층 원동력, 메가트렌드, 트렌드, 파생이슈 등을 구분하고 분석하였다. 그리고 4가지 이슈별로 사회(S), 기술(T), 경제(E), 환경(E), 정치(P) 등 5가지 관점으로 이머징 이슈들을 검토하고 미래 우리사회가 직면할 15대 메가트렌드를 선정하였다[13]. 또한 동 기관(2011)은 15대 메가트렌드와 관련하여 사회적 수요가 반영된 5대 기술트렌드로서 ① 인간 삶의 진화, ② 융합의학의 성장, ③ 친환경 에너지 기술의 실용화, ④ 신소재, 신제품의 등장, ⑤ 디지털 패치워크의 도래 등을 제시하는 한편, 5대 기술트렌드를 실현할 "2020년 10대 미래기술"을 다음과 같이 전망하였다[14].

<Table 1> 15 Mega trend of Korean Society and 10 Future Core Technologies of NIA

15 major mega trends(2010)	Top 10 Core Technologies(2011)
① Demographic changes ② Polarization ③ Network society ④ Virtual intelligence space ⑤ Convergence of technology ⑥ Robot ⑦ Well-being, sensitivity, welfare economy ⑧ Knowledge-based economy ⑨ The rise of global talent ⑩ Climate change·environmental pollution ⑪ Energy crisis ⑫ Technological advances side effects ⑬ Globalization ⑭ Increase safety risk ⑮ Inter-Korean integration	① 3D TV Services ② Human Augmentation ③ Humanoid Robot ④ Smart Pills ⑤ Solar Energy System ⑥ Chilled Beam Cooling ⑦ Erasable Paper Printing System ⑧ Electronic Vehicle ⑨ Cognitive Radio ⑩ Tera-Architecture

2.3 국내 석유화학산업의 융합적 이머징 이슈분석의 필요성

이와 같은 영국과 네덜란드, 그리고 한국정보화진흥원에서 미래이슈분석 프레임워크는 공통적으로 사회(S), 기술(T), 경제(E), 환경(E), 정치(P) 등 5가지 관점으로 구성되어 있다. 그러나 최근 해외 뿐 아니라 국내에서도 큰 이슈로 부각되고 있는 노령화, 인구불균형 등 인구문제와 자원빈국으로서 가지는 한계 속에서 경제성장을 이루어야 하는 우리나라의 여건을 반영한 자원문제는 STEEP 요인만으로는 충분하게 분석될 수 없는 것이 현실이다. 따라서 인구(Population)와 자원(Resource) 분야에 대한 관점을 포함한 이광형(2015)의 미래분석 방법론인 STEPPER(Society, Technology, Population, Environment, Politics, Economy, Resource) 모델을 통한 융합적 미래이슈분석을 적용해 볼 필요가 있다.

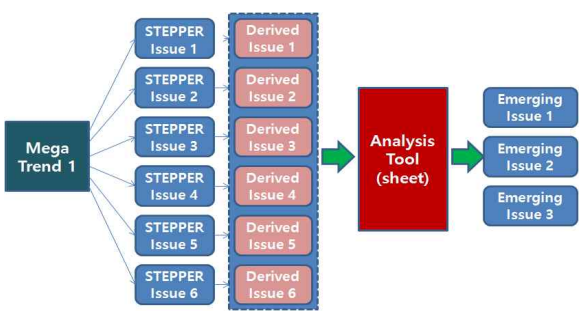
한편, 주요 국가 및 국내에서 기존에 진행된 연구들은 국가의 전반적인 이슈에 대한 분석과 제시는 이루어지고 있지만, 석유화학산업과 같은 개별 산업단위 측면에서 바라보는 미래이슈분석은 최근 물 산업에 대한 연구[12] 이외에는 마땅히 제시되고 있지 않은 상황이다. 이러한 측면에서 본 연구는 국내 대표 주력산업인 석유화학산업을 대상으로 한 통합적 요인의 미래이슈 분석을 진행하고자 한다. 이를 통해 현재 범용제품의 비중이 높고 저유가로 인한 반사적 이익을 향유하고 있는 국내 석유화학 업계들로 하여금 현재 이슈들이 지속가능하지 않으며, 당장은 미미하지만 다가올 미래를 견인할 이머징 이슈들에 대한 대비가 필요하다는 점을 시사점으로 제시할 수 있을 것이다.

3. 연구방법론

이머징 이슈(Emerging Issue)란 무엇인가? 박병원과 양장미(2011)는 이머징 이슈에 대해 현재의 지배적인 사고방식으로 판단할 때, 해석이 힘든 새로운 미래 상황이나, 지금은 미약하지만 반복하여 나타나고 결국은 미래사회에 큰 영향을 줄 신호 또는 현상을 의미한다고 하였다[15]. 박영숙(2007)은 이머징 이슈의 성장단계에 대해 이슈의 감지가 거의 어려운 초기 발생단계를 거쳐 미미

한 정도의 이슈를 인지할 수 있는 완만한 성장단계, 이슈가 자주 감지되는 빠른 성장단계, 그리고 마지막으로 그 이슈가 사회를 관통하는 강력한 트렌드로 자리매김하는 성숙단계로 발전한다고 분석했다. 성숙단계에서는 이슈가 야기한 문제와 기회에 대한 대중적인 관심과 연구가 축적된 상태이며, 이러한 경향은 다른 새로운 이머징 이슈의 등장과 트렌드로 대체되기 전까지 지속된다고 하였다[16]. 본 연구에서는 석유화학 분야의 이머징 이슈를 발굴하기 위해 우선 한국정보화진흥원(2010)이 기존의 미래이슈분석방법론(Horizon Scanning) 연구자료를 기반으로 메타 분석을 통해 제시한 "한국 사회의 15개 메가트렌드"의 내용을 분석하였다. 다만, 앞에서 살펴본 바와 같이 다양한 산업에 있어 해외와 국내의 주요 문제인 인구 요인과 우리나라의 여건을 반영한 자원요인을 반영하여 이광형(2015)의 미래분석 방법론인 STEPPER(Society, Technology, Population, Environment, Politics, Economy, Resource) 기준으로 재분류하였다[17]. 그리고 이들 가운데 석유화학산업과 관련된 이슈들만을 추출한 후, 한혜진과 이주연(2015)의 분석 틀(sheet)에서 사회적 이슈를 석유화학산업의 융합적인 미래이슈 발굴을 위한 STEPPER 이슈로 확대하여 국내 석유화학 관련 전문가들을 대상으로 조사를 실시하였다[18]. 또한 조사자료를 가까운 미래(2020년), 비교적 먼 미래(2030년), 먼 미래(2040년)로 재분류한 후, 이중 2040년까지 예상 가능한 이슈들만을 선별하여 "이머징 이슈"로서 제시하였다.

분석방법은 포커스 그룹 인터뷰(Focus Group Interview) 방법으로 우리나라 석유화학분야의 각 분야별 전문가로 검증된 석유화학업계/협회 임원급(5명), 한국화학연구원(4명), 대학교수(5명), 정부/출연기관(6명) 등 총 20명을 대상으로 2017년 4월 1일부터 20일까지 20일간 실시하였고, 우편(이메일) 발송, 심층인터뷰, 브레인스토밍 등의 방식을 활용하였다.



[Fig. 1] A Process to explore Emerging Issues

<Table 2> A Sheet for Analysis of Emerging Issues of Korean Petrochemical Industry

Trend	STEPPER Issues	Petrochemical derivative issues	Milestone		
			2020	2030	2040

4. 한국 석유화학산업의 이머징 이슈

4.1 한국 사회의 15대 메가트렌드와 석유화학산업

본 연구에서는 융합적 시각의 이머징 이슈를 발굴하고 논리적 정합성을 위해 한국정보화진흥원(2015)이 발굴한 15개 메가트렌드를 각각 STEPPER로 재분류하여 분석하였다. 이를 통해 석유화학산업과 관련된 메가트렌드는 ① 인구구조의 변화(사회/경제), ② 양극화(환경), ③ 네트워크 사회(경제), ④ 가상지능공간(기술/경제), ⑤ 기술의 융・복합(기술/경제), ⑥ 로봇/웰빙/감성/복지경제(기술/경제/ 정치), ⑦ 기후변화 및 환경오염(사회/기술/환경/정치/경제/자원), ⑧ 에너지 위기(사회/기술/환경/정치/경제/자원), ⑨ 기술발전에 따른 부작용(환경/경제/정치), ⑩ 글로벌화(기술/환경/경제), ⑪ 안전 위험성 증대(기술/정치), ⑫ 남북통합(기술/경제) 등 12개로 도출되었다.

분석 결과 석유화학산업이 소재로서 가지고 있는 특징과 한계로 인해 15개 메가트렌드별로 STEPPER 7가지 요인과의 연관성이 있는 부분과 없는 부분, 있는 경우에도 요인별 비중이 각각 달랐다. 예를 들어 가상 지능공간, 글로벌 인재의 부상 등의 메가트렌드와는 직접적인 상관관계는 없는 것으로 분석된 반면, 기후변화 및 환경오염, 에너지 위기 등의 메가트렌드에 대해서는 STEPPER의 7가지 요인이 모두 관련성을 보이기도 하였다.

<Table 3> Emerging Issues of Petrochemical Industry on the STEPPER Categories

Mega Trend	STEPPER Issues	Petrochemical derivative issues (until 2040)
Demo-graphic change	Society (S)	Plastic replaces most metals, wood, stones, fiber, etc.
		Developing new materials to cope with aging society (the demographic is more important than population size due to differences in income and consumption.)

	Economy (E)	-
Polari-zation	Environment (E)	Emergence of technology based on renewable resources, replacing conventional fossil fuels.
		The petrochemical plant transfers 100 % to developing countries. Developed countries concentrate on R&D and product design.
Network society	Economy (E)	-
Technol-ogy convert-gence	Technology (T)	Through Bio-catalyst programme, the use of traditional chemical materials will be reduced. Also, the programme will lead to technological commercialization of water, energy pollutant emission by more than 30%.
	Economy (E)	-
Robot	Environment (E)	Consumption diversity leads to adoption of small and medium sized manufacturing system in the chemical industry.
Wellbeing, sensitivity, Welfare economy	Technology (T)	Bio-pharmaceuticals replacing traditional technologies such as Metabolites, Antibiotics, Monoclonal Antibodies, Gene Therapy, etc as it emerges as a major industry in the future.
	Economy (E)	The emergence of complex 'boom and bust patterns' due to diverse consumption and demand will place the petrochemical industry in harsh condition. Attempts to reduce risk by distributing risks to the new green chemistry regime will emerge, calling for the need to spend considerable time and R&D efforts.
Knowledge based economy	Economy (E)	The development of Smart Plants and Compact Process Methods based on the fourth industrial revolution is needed. To change to personalized products, specialization of low volumes of diverse orders needs to be realized. However, it is now deemed premature for the current heavy industries to develop new industries.
Climate change, Environ-mental pollution	Society (S)	-
	Technology (T)	-
	Environment (E)	Safe supply chain system management of petrochemical products is needed. Also, reduction of hazardous substances risks and minimization of leakage into the atmosphere is needed through t'Continue Safety Programs'. The transition to future innovation processes and methods is essential.
	Politics (P)	-

	Economy (E)	Based on comprehensive chemical industry including Renewables, Carbon-free, Waste Recycling, Agro-based and Process Intensification and Big Data, new methodologies emerge from utilizing fusion technology (Genomics, Proteomics, Micro-fluidics, Nano-technology) and predictive models.
	Resources (R)	The petrochemical industry faces a threat as the gas industry uses methane to produce hydrogen effectively.
Energy crisis	Society (S)	-
	Technology (T)	It is predicted that the future technology of Tera, Micro, and Nano scale will increase energy efficiency, maintain preservation value, and increase recycling.
		The process industry is expected to be relocated to downstream areas such as information technology and biotechnology.
	Environment (E)	New products that replace petrochemical materials with the Agro Complex show that replacing a variety of natural products is expected to produce a sustainable product, but a considerable amount of time is needed.
		As an alternative technology, issues such as solar, fine dust technology, and efficient homegrown technologies are expected to be generated.
	Politics (P)	Petrochemical facilities can be subject to terrorism; they need to present technologies that reduce the use of toxic oils and semi-finished products while reducing the use of toxic materials.
	Economy (E)	With the implementation of a virtual power plant system spanning thousands of micropologies, new resource round-cycle technologies as well as the storage technology of natural gas appear to be present.
	Resources (R)	New forms of fuel, such as hydrogen, methanol, biofuel, biogas, ethanol, and biodiesel, will emerge as industrialization. Technologies such as Gasfication, Pyrolysis Liquefaction & HTU, Anaerobic Digestion, Fermentation & Distillation, are expected to be used as alternative systems for various energy crises.
Technical developme nt side effects	Resources (R)	-
	Politics (P)	-
	Economy (E)	-

Globalization	Technology (T)	Developed countries focus on design and r&d, and developing countries specialize in production and processing.
	Environment (E)	-
	Economy (E)	-
	Resources(R)	-
Increased safety risk	Technology (T)	-
	Politics (P)	-
Unification of North and South Korea	Technology (T)	-
	Economy (E)	After the unification of the Korean Peninsula, the establishment and expansion of the petrochemical plant will be expanded. The chemical industry utilizing the North's coal resources will develop in parallel.

4.2 ICT 융합시대의 석유화학산업 미래 전략을 위한 새로운 요인 (이머징 이슈)

이머징 이슈 분석을 통해 확보한 석유화학산업 관련 미래 트렌드와 이머징 이슈들을 시나리오적 관점에서 재분류해 보면 다음과 같다. 참고로 이머징 이슈의 단계별 분석을 통해 파생이슈의 중요시점이 2020년은 '가까운 미래', 2030년은 '비교적 먼 미래', 2040년 이후는 '먼 미래'로 분류하고, 이중 2040년 이후인 먼 미래를 이머징 이슈로 정의하였다.

<Table 4> Petrochemical Industry related Future Trends and Emerging Issues

	Trend		Emerging Issues (2040)
	Near future (2020)	Relatively far future(2030)	
Issues	① Pollution Demand increase of Abatement, absorption., Dust block material ② Maximizing thermal efficiency Demand for Smart Building Materials ③ Demand for seismic and flame retardant materials soaring ④ New Global Regulation Expansion ⑤ Expansion of global corporations ⑥ Smart process, new technology fusion ⑦ Activation of Material linking service ⑧ Real-time Monitoring of Hazardous Materials	① Customization of living chemicals, advanced ② Universalization of Artificial skin, joint ③ Big data of the material industry ④ Expansion of hydrogen economy infrastructure ⑤ Reduction of petroleum chemistry workers ⑥ Extermination of the boundary of material industry ⑦ AI-based textured material appeared ⑧ Wastewater generation zero emission industry ⑨ IoT technology combine real-time monitoring	① Plastics replace most traditional materials such as metal, stone, and wood ② Petrochemical facilities are moved to 100% developing countries, developed countries only do design and technology development ③ Converted to small quantity production of various kinds of petrochemical products ④ Methane-based gas industry development faces petrochemical industry crisis ⑤ Tera, Micro, Nano scale based petrochemical technology ⑥Universalization of new forms of raw materials ⑦ economic development through creation of petrochemical complex in North Korea

4.3 국내 석유화학산업 관련 이머징 이슈의 전략적 시사점

STEPPER 별로 2020년, 2030년 그리고 2040년 이후로 예상되는 이슈들을 검토해 보면, 공통적으로 미래 석유화학산업이 나아가야할 방향은 친환경적이면서 4차 산업혁명을 견인할 동인들에게 적합한 고부가, 고품질, 첨단소재를 공급하는 역할이 매우 중요하다. 따라서 앞으로 우리나라 석유화학산업의 주력품목을 현재 범용위주에서 고부가 첨단소재로 무게 중심을 과감하게 이동하지 않으면 우리나라 석유화학산업 뿐 아니라 4차 산업혁명의 미래도 밝다고 할 수 없을 것이다. 특히 그린 IT 등의 환경을 비롯한 에너지 문제를 해결하고 기업의 생산성을 높일 수 있는 기술 등과의 융합은 미래 산업 발전을 위해서도 강조되고 있다[19].

이러한 측면에서 이번 연구를 통한 전략적 시사점은 다음과 같다. 먼저 우리나라 석유화학산업의 경쟁력을 좌우하는 요인으로 국제유가와 중국시장에 대한 리스크 관리가 필요하다. 이를 위해서는 저유가 시기에 확보된 고수익을 기반으로 저원가 원료 생산지로 현지 투자를 확대해 나갈 필요가 있다. 한편 중국시장에 대한 의존도

가 지나치게 높고, 최근 국제정치적 변화를 고려할 때, 글로벌 수요처의 균형된 포트폴리오 구성에 초점을 맞춰야 할 것이다. 미래이슈분석을 통해 파악된 바와 같이, 앞으로 20년내에 다가올 파괴적인 변화에 대응하기 위해서 현재 범용성 제품 위주로 치우친 석유화학산업구조를 최단기내로 고기능, 고부가화하는 한편, 첨단정밀화학제품 분야로 신규 투자 확대를 통해 생산 측면의 포트폴리오 조정에 유의해야 할 것이다. 이를 위해서는 현재 제조업 평균에도 미치지 못하는 기술개발 투자비중도 획기적으로 상향하고, 동시에 해외 글로벌 기업들과의 합작 및 연구기관들과의 국제공동연구도 활발하게 전개해 나가는 것이 요구된다.

5. 논의 및 결론

본 연구는 Richard. A. K. Lum의 "4 Steps to the Future"의 미래 시나리오 분석모델을 기반으로 활용하면서, 다양한 선행연구 분석과 전문가 대상 설문조사, 심층면접 등을 통해 진행되었다[20]. 이미 학계에서 검증된 15대 메가트렌드와 관련된 석유화학산업 관련 이슈들을 전문가 인터뷰 등을 통해 정리한 후 트렌드(2030년 이전)와 어미징 이슈(2030년 이후)를 포함한 미래 이슈를 미래이슈분석(Horizon Scanning)을 통하여 도출하였다.

2030년 전후 트렌드와 이머징 이슈 분석 결과, 미래의 STEPPER 각 분야에서 석유화학 관련 이슈들은 중국의 부상, 4차 산업혁명 관련 맞춤형 고기능성 소재 수요 증가, 환경기준 지속 상향, 국가간 경계 사라짐, 융복합 첨단기술의 등장 등이 주를 이루고 있으며, 이에 대한 우월적인 대응전략은 고부가・첨단소재 비중을 높이기 위한 기술개발인 것으로 요약되었다.

본 연구는 우리나라 석유화학 관련 기업 또는 산업의 미래전략에 대해 전통적인 정태적 분석방법이 아니라 문헌조사와 함께 국내 대표적인 전문가들을 대상으로 설문조사와 심층인터뷰 등을 통한 동태적인 분석을 통해 미래 이슈를 분석함으로써 2030년 이후 석유화학산업이 ICT융합에 대응한 예측 가능한 미래 시나리오를 설정하는데 기여하고자 하였다.

또한 이미 유력한 선행연구를 통해 도출된 미래 트렌드와 이머징 이슈들의 연장선상에서 국내 전문가들을 대상으로 연구조사를 수행함으로써 2040년 석유화학산업이 당면하게 될 미래이슈를 발굴하고 유의미한 미래전략을 설계하기 위한 분석 프로세스를 구축하고 검토한 점은 그간 국내에서 수행된 산업경쟁력 분석 연구와는 차별적인 접근 방법이었다는 점에서 연구의 의의가 있다고 본다.

아울러 본 연구는 석유화학산업 이외에 철강, 자동차, 조선, 섬유, 가전, 비철, 시멘트, 정유, 전력 등 우리나라의 핵심기간 산업에 대한 ICT 융합 환경변화에 대한 미래전략을 설계하기 위한 연구에도 유의미하게 활용되어 질 수 있을 것이다. 특히 융합산업 등의 미래 산업 발전을 위해서는 각 산업의 이슈분석이 우선되어야 하며 박은영과 곽동기(2015)의 연구 프로세스에서도 이러한 이슈 발굴을 시도한바 있다[21]. 또한 다양한 기술과 산업의 융복합 현상들은 경제, 사회, 문화 등 사회의 전반적인 부문에서 가시화되어 이러한 요소들에 대한 분석 또한 강조되고 있다[22].

다만 본 연구에서는 데이터를 기반으로 계량적인 검증방법은 적용하지 못하였으며 차후 정교하게 설계된 설문조사와 대표성 있는 데이터를 기반으로 2030년 이후 우리나라 석유화학산업의 미래를 전망하고 타당성을 정밀하게 검토할 필요가 있다.

특히, 규칙, 관습, 전통 등 조직내 제도 또는 비제도적인 측면과 함께, 물리적 또는 논리적 제약과 같이 유무형적인 제약들, 그리고 강력한 이해관계자 또는 기득권 세력 등 계층적인 측면에서 실제 조직의 변화를 더디게 하거나 방해하는 요인들도 있을 수 있다. 이들 요인들에 대한 연구는 정성적인 연구만이 아니라 이들 변수들을 계량화하고 구조방정식으로 모델화하여 통계적 분석방법을 통해 실증하는 연구가 추가적으로 진행될 수 있을 것이다.

REFERENCES

[1] Korea Petrochemical Statistics, Korea Petrochemical Industry Association, 2016

[2] Challfner. C., "Chemical Industry Focused on Collaborative Supply Chain Management", Chemical Market Reporter, Vol.258, No.28, pp. 22, 2000.

[3] D. H. Lee, I. G. Hyun, "An Analysis on the International Competitiveness of Korean, Chinese and Japanese Petrochemical Industry", Journal of Distribution and Management Research, Vol. 19, No.

4, pp.32, 2006
[4] Shell energy scenarios to 2050, pp.9-83, 2008
[5] BP Energy Outlook, 2017 edition, pp.8-36, 2017
[6] B. W. Park, J. M. Yang, “Current Status of Each Government's exploration activities on Future Issues and Policy Implications", STEPI Insight, Vol. 83, pp. 1-23, 2011.
[7] William. J. Sutherland et. al.. “A Horizon Scan of Global Conservation Issues for 2015”, Trends in Ecology & Evolution, Vol. 30, No. 1, pp. 17-23, 2015.
[8] William J. Sutherland and Harry J. Woodroo. “The need for environmental horizon scanning”, Trend in Ecology and Evolution, Vol. 24, No. 10, pp. 523-527, 2009
[9] J. G. Park, “The Meaning of Future Strategy Center, Performance and Developmental direction”. Journal of Future Horizon, pp. 15-18, 2014.
[10] A. Curry, A. Hodgson, “Seeing in Multiple Horizon : Connecting Futures to Strategy”. Journal of Futures Studies, Vol. 13, No. 1, pp. 2, 2008.
[11] J. P. Cha, “Direction for the Establishment of National Future Strategy under the basis of Horizon Scanning", IT&Future Strategy, NIA, pp.3-12, 2013.
[12] H. J. Han, J. Y Lee, "Identifying Emerging Issues in the Water Resource Management : Using Horizon Scanning", KEI Working Paper, pp.11-17, 2015
[13] NIA. "Fifteen Mega trends in Korean Society : Meta Analysis", pp.16-60, 2010
[14] J. M. Kim. "Ten Future Technologies upon Mega trends in Future Society", IT & Future Strategy, NIA, pp. 32, 2011
[15] B. W. Park, J. M. Yang, “Current Status of Each Government's exploration activities on Future Issues and Policy Implications", STEPI Insight, Vol. 83, pp. 1-23, 2011.
[16] Y. S. Park. “The Method for Future Research”, Journal of Architecture, Vol. 51, No. 1, pp. 38-43, 2007.
[17] G. H. Lee, “Future Management with Three Dimensional Future Forecasting”, pp. 75-79, 2015
[18] H. J. Han, J. Y. Lee, "Identifying Emerging Issues in the Water Resource Management : Using Horizon Scanning", KEI Working Paper, pp.25, 2015
[19] S. H. Lee, "Actual Cases and Analysis of IT Convergence for Green IT", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 6, No. 6, pp. 147-152, 2015.
[20] Richard A. K. LUM. "4 STEPS to the FUTURE", Vision Foresight Strategy LLC, 2016.
[21] E. Y. Park, D. G. Kwag, "The Study on the Market Competitiveness Reinforcement for Convergence Industry", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 6, No. 5, pp. 99-106, 2015.
[22] S. H. Lee, D. w. Lee, "On Issue and Outlook of wearable Computer based on Technology in Convergence", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 6, No. 3, pp. 73-78, 2015.

저자소개

김 종 철(Jong-chul Kim) [정회원]

- 1997년 2월 : 서울대학교 서어서문학과 (문학사)
- 2017년 8월 : 한국과학기술원 미래전략대학원프로그램(일반대학원) (경영학석사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 서울 과학종합대학원 (박사수료)
- 1998년 4월 ~ 현재 : 산업통상자원부 부이사관

<관심분야> : 산업정책, 에너지정책, 무역통상정책, 기업정책

고 영 희(Young-Hee Ko) [정회원]

- 1993년 2월 : 성신여자대학교 경영학과 (경영학석사)
- 2013년 6월 : 미국 노스웨스턴대학교 로스쿨 (법학석사)
- 2006년 8월 : 서울대학교 경영대학원 (경영학박사)
- 1996년 3월 ~ 2007년 5월 : 산업정책연구원 책임연구원
- 2007년 6월 ~ 현재 : 서울과학종합대학원 부교수

<관심분야> : 국제경영전략, 지식재산전략, 글로벌 기술혁신전략