산업융합연구 제20권 제10호 pp. 87-94, 2022
ISSN 2635-8875 / e-ISSN 2672-0124
DOI : https://doi.org/10.22678/JIC.2022.20.10.087

V4와 에너지 플랫폼 규모화를 통한 2차 전지 제조 기술 확대 방안

서대성*
성결대학교 파이데이아부 교수

A Study on the Expansion of Secondary Battery Manufacturing Technology through the Scale of V4 and Energy Platform

Dae-Sung Seo*
Professor, Division of Paideia, Sungkyul University

요 약 본 논문은 ESG에 따른 신 산업기술 재편으로 V4 지역은 한국의 배터리 제조기지의 변곡점을 제기하고자 한다. 이는 코로나19에 따른 경제 위기속에 러시아-우크라이나 전쟁과 미-중간의 패권을 겨루고 있기 때문이다. 그로 인해 글로벌 공급망 시장은 단절된다. 중국과 러시아로부터의 유럽으로 광물, 곡물조달이나, 가스, 심지어 밀 수입이 여의치 않는 환경에서, 신 공급처의 다각화가 나타나고 있다. 보호주의와 글로컬로써, 이 지역은 러시아-우크라전쟁으로 완충지대(친러, 헝가리)에서 고립지대(반러, 폴란드)로 활용된다. EU 테이퍼링 기간과 높은 인플레이션으로 세계경제 성장은 더 둔화될 전망이다. 논문의 경우 이 지역의 시장단절(chasm) 방안을 다룬다. 이러한 변화에 신사업 기술의 전환과 에너지 공급에 따른 독일의 산업 위축이 지난 20년간 경제성장 원동력을 잃게 될 수도 있다. 이는 명목 지표에서 현지 시장 단절(chasm)이 발생하고 있다. 다른 한편으로 한국은 희토류소재 공급망의 불균형에 따른 우회 개발공급 지역으로써, V4지역에 AI를 접목한 에너지 발전 수출(원전 및 전기-수소 발전)지역으로 전개해야 한다. 본 논문은 이러한 산업 연계로 인한 시장단절을 극복하려면, 신에너지 개발과 플랫폼 규모화를 이루고, 세계 각국에서 신뢰적인 공급 기술(차세대 전지, 재활용기술, 저가LFP)을 다각화를 형성할 수 있음을 방증하고 있다.

키워드 : 글로벌 공급망, 경제 위기, 캐즘(시장단절), 인플레이션, 완충지대, 에너지 플랫폼화, 기술 다각화, AI

Abstract This paper seeks to raise inflection points of battery manufacturing bases in Korea in the V4 region through the reorganization of new industrial technologies in accordance with ESG. As a result, the global supply chain market is cut off. The Russian-Ukraine war and the U.S.-China hegemony are competing in the economic crisis caused by COVID-19. It is showing diversification of new suppliers in an environment where mineral, grain procurement, gas, and even wheat imports from China and Russia are not possible. As a protective glocal, this area is used as a buffer zone(Pro-Russia, Hungary). to an isolated zone(anti-Russia, Poland) by war. In this paper, economic growth is expected to slow further due to the EU tapering period and high inflation in world countries. Due to these changes, the conversion of new tech industry and the contraction of Germany's structure due to energy supply may lose the driving force for economic growth over the past 20 years. This is caused by market disconnection(chasm) in the nominal indicators in this area. On the other hand, Korea should actively develop into the V4 area as an energy generation export (nuclear and electric hydrogen generation) area as a bypass development supply area due to the imbalance in the supply chain of rare earth materials that combines AI. By linking this industry, the energy platform can be scaled up and reliable supply technology (next generation BT, recycling technology) in diversification can be formed in countries around the world. This paper proves that in order to overcome the market chasm caused by the industries connection, new energy development and platform size can be achieved and reliable supply technology (next-generation battery and recycling technology, Low-cost LFP) can be diversified in each country.

Key Words : Global supply-chain, Economic-crisis, Chasm, Inflation, Buffer zones, Energy platforms, Technology diversification, AI

*Corresponding Author : Dae-Sung Seo(dais3s@gmail.com)
Received July 22, 2022
Revised August 23, 2022
Accepted October 20, 2022
Published October 28, 2022

1. 서론

본 논문은 한국 배터리 제조기지의 기술 변곡점을 다룬다. 현재 코로나19의 경제 위기, 미-중간의 신냉전, 러시아-우크라 전쟁 등에 따른 제조산업의 글로벌 공급망 재편이 나타난다[1]. 그로 인한 중국과 러시아로부터의 유럽으로 희귀 광물조달이나, 가스 수입이 여의치 않는 환경에 이를 수 있기 때문이다. 또한, 2050년 탄소중립(Net-zero)을 위한 산업 재편이 ESG방향으로 급변하는 시기이다.

V4 (비세그라드 4개국)는 과거 체제전환 국가로써, 지정학적으로 이러한 미-중 패권의 완충 지역이 될 가능성이 높았다. 이는 V4국가 중 헝가리, 폴란드 등이 중국으로부터 희토류 수입을 지속적으로 하고 있기 때문이다. 세계 희토류 금속의 가공재련소가 중국에 대부분을 차지하고 이다. 그러나 러시아-우크라이나 전쟁에 따른 폴란드에 NATO가 20만 명의 주둔을 함으로써, 완충지대에서 고립지대로 나타날 수 있다. 또한 유럽뿐만아니라 이 지역은 여전히 화석연료 비중이 높아서, 탄소중립을 위한 전기차, 재생에너지에 대한 기술 비중이 높았다. 현재는 러시아와 중국의 참여가 배제된 상태에서 원전 건설도 서두르고 있는 실정이다. 이들 분야는 한국의 기술과 투자 가능성이 높아졌다. ESG에 따른 신 산업으로 재편으로 V4 지역은 배터리 제조기지로 부상하고 있기 때문이다.

2021년부터 유럽이 탄소배출 규제를 강화하고 있다. 유럽 배터리제조사들은 4조원 상당의 배터리 설비투자를 하고 있다. 이는 한국의 배터리 장비 업체들이 유럽시장에 진출할 기회가 되었다. 전기차의 대중화가 본격화가 되고 있기 때문이다 [2]. 또한 스웨덴의 노스볼트, 독일의 폭스바겐, 영국의 브리티시 볼트 등이 40(GWh)배터리 완제품 공장 구축하며, 배터리를 내재화하여 출시하였다 (폭스바겐 그룹 20(GWh), 노스볼트(15GWh)와 브리티시 볼트(5GWh) 규모의 설비). 유럽기업의 내재화는 한국 배터리기업에 비해 낮은 단계의 기술력이지만, 본 논문은 경쟁구도를 설명하고자 한다.

이는 유럽 자국내 배터리 공장설립이 가격경쟁력(원가절감 등) 확대함과 동시에 낮아진 자동차 영업이익률이 10% 이하로, 배터리 가격이 전기차의 40% 비중을 차지하기 때문이다. 특히 유럽 배터리 기업들이 중국산 장비를 사용보다 한국산기업들에 선호한다. 단지, 중국 CATL도 헝가리 제조설립으로 벤츠 등 유럽기업과의 협업을 진행한다. 한국 장비 기업들은 한국 배터리 기업들과의 협업공정과 생태계를 구축해서 기술유출 방지와 기술력을 인정받고, 배터리 제조 공정은 믹싱, 전극 조립 과정의 관련 기업들이 참여 하게 된다(코팅 공정, 프레스 공정, 슬리팅 공정기술)한국 배터리 사들과 한국 배터리 장비 업체들에게 유럽시장을 통해 급성장의 계기이자 경쟁이 심화된다. 그래서 이 논문의 구성은 이러한 글로벌 경쟁에 따른 최선 최악의 시나리오를 실증적 방안으로 제시하고 기술개발 전략 단계를 분석한다.

2. 선행연구

2.1 글로벌 공급망의 선행 연구 차이점

기존 연구에는 Anvari (2021)처럼, 공급망은 의존성, 민첩성, 탄력성, 녹색 및 지속 가능성을 포함한 해상물류 SCM의 패러다임이 성공적인 성능과 경쟁 우위에 중요한 역할만을 하는 연구결과로 도출했다[3].

그러나, 앞으로 첨단 자원 물류전쟁은 미국과 중국 간의 충돌과 러시아와 우크라이나 전쟁이 서방과의 대립 속에서 가속화되었다. 20세기에 냉전 시기, 미국 러시아 간의 대립이 전통 제조업과 그 원료인 석유와 가스를 기반으로 한 것이다. 그러나 지금 미-중간의 벌어지고 있는 패권전쟁 재생에너지, 전기차, 드론, 인공지능 첨단 무기(방위 산업)를 대상으로 경쟁이 되었다. 과거 석유자원의 무기화처럼, 희토류가 원재료 형태로 다량의 채굴이 어렵고 대체제를 찾기도 쉽지 않기 때문이다.

그래서 중국은 세계 최대 희토류 그룹회사를 만들어, 미국의 글로벌 공급망 재편에 대응하고 있다. 이에 호주, 캐나다, 미국으로 희토류 광물의 조달하였다. 여기서 미국과 중국 패권전쟁이 물가상승으로 자원 무기화가 되었다. 중국이 첨단 IT 제품과 생산에 필수적인 희토류의 공급을 관리하는 세계최대의 회사를 만든다. 지난 중국은 30년간의 글로벌 공급망을 형성해 왔다 [4]. 이는 중국 광산이 전 세계 희토류 생산의 70% 를 차지하고, 이들 희토류 금속을 합성해서 자석을 생산능력은 90% 정도이기 때문이다. 그러나, 과거에는 미국 주도였다. 1965-1983년 시기에 전 세계 희토류 산업은 미국(전 세계 60%생산)을 하였으나, 이후 중국 이전, 저가 희토류로 인해 생산 중단되었기 때문이다. 2019년 기준 중국 희토류 생산량 13만 2천 톤, 매장량 4,400만 톤, 생산량은 전세계 63% 매장량은 37 %(정제수준), 세계 1위(미국 지질조사 USG) 중국이 전 세계 희토류 광산에 55% 희토류, 최대 85% 를 장악하고 있고, 이에 대해 미국을 중심으로

한 서방은 핵심기술과 부품을 중국에 제공하지 않으려 한다.

그러나, 시장측면에서는 상이하게 움직인다. 현재 최대 희토류 원소 광산 및 가공 회사- 공급망의 회복력을 증대하기 위한 국내생산 및 가공 능력을 확대하고 있다. 콩고 민주공화국의 아프리카(코발트생산)라든지, 브라질, 인도, 호주, 남아프리카 등 희토류 광물 생산 글로벌화하며 한국은 호주와의 광산 개발협력 및 차선책 강구하며, 다각화하고 있다. Chau Thi, *et al.* (2021)은 정보 공유가 공급망 성과에서 핵심적인 역할을 한다고 한다 [5]. 이전 개별 연구에 따르면 기술, 신뢰, 헌신 및 불확실성은 정보 공유에 영향을 미치는 네 가지 잠재적 요인이었다.

오늘날 공급 자원부족이 기술혁신을 능가할 수 없다. 대체 에너지, 대체 자원은 과거 신석기에서 청동기, 철기시대로 전환시기보다, 현 시대 2차 산업혁명에서 3차 산업혁명으로 더 빠르게 대체 전환되었기 때문이다. 또한 Peng, *et al.* (2021)은 COVID-19 대유행은 세계화된 제조 산업의 재형성을 가속화했으며, COVID-19에 대한 중국의 산업용 인터넷 구현 구현을 3R의 관점, 제조업체 용량 복구, 공급망 복원력 및 비상 대응에서 검토하였다고 한다 [1].

위와 같은 본 현 상황 분석이 다음을 뒷받침한다. 여기서 공급망은 에너지-원자재이든, 곡물도 마찬가지로 Chatzopoulos, *et al.* (2021)이 무역과 저장이 반복되는 극한 상황에 의해 유발되는 시장 불확실성의 중요한 완화 메커니즘으로 등장한다는 것이다 [6].

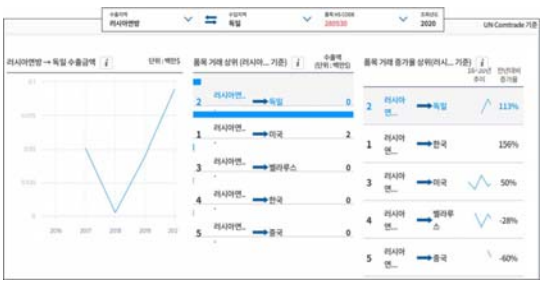

Fig. 1. Russia's rare-earth importers germany, (author)

중동부 유럽은 러시아와 중국에서 벗어나서 중앙아시아로부터 공급망을 확충할 수도 있다. 중앙아시아 지역의 안정적인 석유 및 천연 가스 공급은 국제 에너지 시장의 안정화에 기여하고 있으며 [8], 이에 대한 에너지 안보 제공 측면에서 이 지역이 중요성하게 되었다.

Fig. 2. Poland, hungary importing from the world : rare earths(author)[14]

3. 공급망의 위기와 연구

3.1 자원확보 기술전쟁과 수입의존도

자율 공급망 변화와 위기에 따른 글로벌 공급망 수입의존도를 낮추거나 다변화해야 한다. 한국의 대중국 수입시, 전략적 취약성 품목은 요소, 실리콘, 리튬, 마그네슘 등 총 1천88개이다. 중간재 '관심품목' 2007년 488개에서 2020년 604개(1천88개 중 중간재가 604개, 소비재 264개) 수입의존도가 70% 이상인 '취약품목'은 653개나 된다. 희토류는 자성과 전도성 때문에 가치가 인정되는 17개의 원소들(NCMA 전지: 니켈, 코발트, 망간 등 포함) 이다. 이는 전기자동차, 스마트폰, 터치스크린, 미사일 방어망 같은 핵심 기술의 광범위하게 사용된다. 현재 한국은 미-중-러 간의 벌어지는 자원 전쟁과 물가상승에 대한 재생에너지, 드론, 인공지능, 첨단 무기(방위산업)를 대상으로 경쟁한다.

이에 한국은 호주, 캐나다, 미국으로부터 희토류 광물의 조달하려 한다. 일본도 중국과의 희토류 무역보복 대립으로 인도네시아에서 직간접으로 개발을 하였고, 또한 한국과는 제1차 첨단 소부장 수출규제 및 제 2차 규제(금융, 투자, 무역 등) 확전하려고 하기 때문이다. 중국도 사우디를 포함한 BRICs를 확대하여, 서방과의 교역에 각

을 세우는 상황이기 때문이다.

3.2 비세그라드 4의 협력과 기술력

탈중국과 글로벌 공급망 재편에 따라 한국의 생산기지 대안으로 V4 국가가 더 부각되었다. Fig. 2에서 2016~2021년 간의 V4국가 중 헝가리의 희토류 수입을 보면 알 수 있다. 이는 중국으로부터 희귀 자원의 우회 수입으로 배터리 및 전기차 생산에 기여하고 있음을 알 수 있다. 폴란드의 경우, 2016~2021년까지 지난 5 년간 최대 수입국인 중국으로 320% 이상 증가하였다. 이는 전기차와 배터리 생산기지로써, 이들 자원을 글로벌 공급망의 재편과 상관없이 확충할 수 있다고 본다.

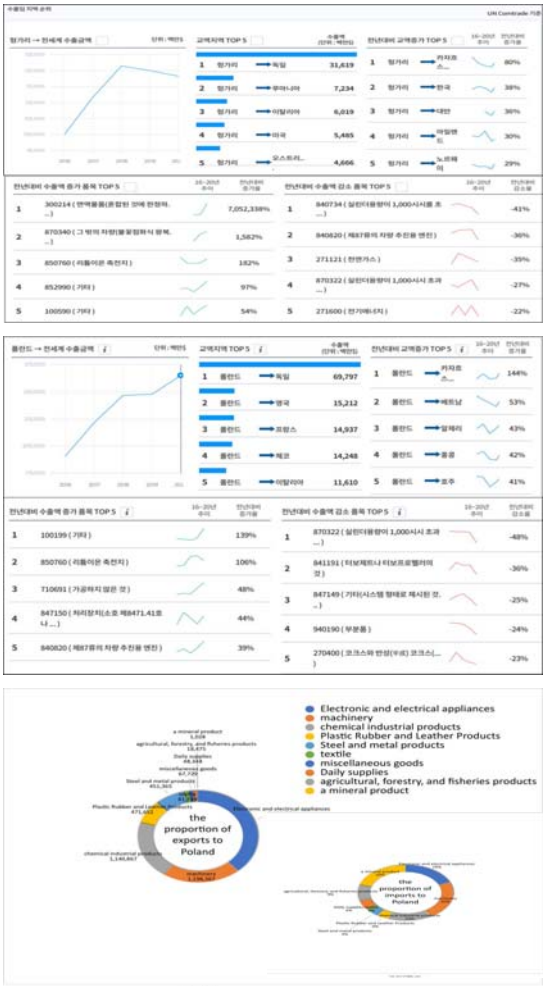

Fig. 3. As a Korean battery manufacturing base-the V4 system for connecting (rare-earths) supply belts in the world[14]

이는 공산주의시절에 협력을 시작하여 2021년부터 중국이 EU서방과 대만 갈등 등을 빚는 가운데 폴란드와 협력을 강화 확대해 왔다 [8]. 반면, 우크라이나 전쟁으로, 과거 18C 이전부터 14C 리투아니아, 우크라와 연방국가였던 폴란드는 러시아와는 가스차단 등 대립적인 관계가 형성되고 있다. 우럽이 러시아 희귀광물의 수입가공하여 배터리 생산에 기여하기 어렵게 되고 있다,

1990년대부터 2018년까지 V4 경제 성장에 따른 산업 에너지 비중이 증가함에도 전기 에너지 공급량은 변동이 없었다. 이에 전기료 상승의 원인이 되었다. V4 국가 에너지 공급 증대가 요구되며, 그린 택소노미로 인한 원전(SMR포함), 수소발전, 연료전지 등, 전기에너지 대체재로 원전, 수소발전 등 V4수출을 기대할 수 있다. 탄소중립으로 인한 전기차 증대는 더 많은 전기 에너지가 확대되고 기존 전력 인프라층당이 부족하다.

그린 택소노미로써, 원전-천연가스(방사능-온실가스 문제)를 친환경산업으로 포함한 EU, 폴란드, 체코 원전 증대 (소형원전 300mw,안전, 비용, 단기간 러시아와 중국 배제 등) 수출 기회를 가질 수 있다. (두산 중공업, 현대 엔지니어링, 한전기술) 또한, 친환경 수소 발전소로 전환되면 한국 중부발전+현대엔지니어링, 두산중공업+현대제철 등 2027년까지 수소 발전소 건설까지 수출에 참여하게 된다. 수소의 비중이 증가하는 만큼 천연 가스 사용량을 줄여 온실가스 배출량을 감축할 수 있기 때문이다 (수소 혼소 발전소: 25%의 수소 혼소율).

실제로 2011년부터 2019년까지의 체코의 탄소 배출량에 따른 전력 수입사용량을 살펴보면 알 수 있다. 탄소배출량이 크면 전력 수입량이 적게 나타났다. 이는 전력 수입에 따라 탄소배출량이 달라진다는 것이다. 전력 에너지면에서 충전/충전소 또는 특정 고출력[kW]의 육상 전력 공급 지점을 구축하려면 EU의 재정 지원이 장기적인 재정적으로 지속 가능해야 한다. 이러한 맥락에서 V4 에너지 분배 그리드에서도 적절한 조정이 필요한 투자가 운송 부문을 훨씬 초월한다. 이러한 조정은 공급망 파트너들 사이에서 확인된 관계 구성(즉, 신뢰, 약속 및 만족)의 존재가 공급망 성능에 긍정적인 영향을 미칠 것이다 [9].

대체 연료 기반 시설의 개발은 탄소제로 배출 차량 (LDV 및 HDV) 또는 선박 함대의 개발과 연계된다. 이와 관련하여 V4 국가는 규제 대상이 빠르게 발전하고 있는 혁신적인 기술이 요구된다. 특히 국가마다 역동적으로 대형 차량용 (충전) 인프라를 구축하고 유연한 안전 목표를 설정하고 있다 [8]. V4 국가의 목표는 제한하지 않고 특

정 혁신방향으로 개발하려 한다.

앞으로 자동차 산업 중심으로 성장한 Visegrad 4 국가가 탄소중립과 전기차 전환에 따른 변수가 대두된다. 향후 10년 동안 글로벌 경쟁력을 유지하려면 체코와 슬로바키아 자동차 산업이 최우선적으로 추진해야 할 과제가 에코 이노베이션(eco-innovation)이다. 글로벌 완성차 업체들은 협력사로 흘러들어가는 탄소중립 공정과 제품에 사용되는 소재에 대한 목표를 설정하고 있다. 탄소제로의 에너지 투입으로, 이러한 추세는 원자력에 의한 슬로바키아의 저탄소의 전력 시스템을 선호한다. 이는 고무와 철강과 같은 투입물에 대한 산업 공정의 탄소를 제거하는 것으로 확대될 것이다.

기후 정책의 메가트렌드와 글로벌 기술이 EV는 계속해서 시장 점유율을 확보할 것이다 [6,8]. 제조용 로봇화와 인더스트리 4.0에 더해 ICE 차량보다 부품이 70% 가량 줄어든 상황이다. 슬로바키아는 현재 독일과 프랑스에 이어 유럽 최고의 전기차 생산국(75,575대)에 속한다.

물가 상승률에 따른 V4 국가의 변화가 유럽 그린 딜과 지속 가능하고 스마트한 모빌리티 전략의 목표를 바꾸게 한다. 그러나 특히 거주자의 다른 구매력으로 인해 발생하는 저배출 이동성으로의 전환에서 유럽개별 회원국의 다른 출발선 상에 있다.

Zeng, *et al.* (2022)은 글로벌 및 지역 규모의 역사적 코발트 재고 및 공급 흐름으로 글로벌 인위적인 코발트 주기에서 광업, 정제, 제조, 사용, 폐기물 관리 및 재활용의 다섯 가지 변형 과정을 제안했다. 전 세계 누적 코발트 소비(제조 공정)는 1998년 사이에 1,455 kt에 달했고, 제조 손실로 인해 전 세계 누적 코발트 수요(다른 재고 유입)는 같은 기간 동안 1,403 kt까지 증가했다[15]. 1998~2019년까지 제조 공정에 재활용되고 재진입된 새로운 스크랩은 152kt에 달했지만, 이 스크랩의 96%는 높은 가치와 순도로 인해 초합금이었다. 1998~2019년까지 광업, 정제, 제조 및 폐기물 관리 및 재활용 단계별의 누적 코발트 손실은 각각 722kt, 162kt, 53kt 및 857kt였다. 특히, B-CE&O는 EoL(end of life) 가전제품의 낮은 수거율로 인해 총 누적 재활용 손실의 48%에 기여했다 [15]. 이처럼, 지속적인 2차 전지의 개발기술 향상과 수거 재활용을 통해 공급부족을 줄일 수 있다. 그러나 기술 플랫폼화(AI통합)는 다양한 배터리 제조의 수율을 맞추는데 4년이상 소요되는 문제를 단축할 수 있고, 안정적인 생산 진행을 하게 된다. 전기 자동차는 내연 차보다 더 많은 에너지와 관련 자원부품을 절약하지만, 기존 내연 차 일자리 고용이 39% 축소된다. 유럽은 해고가 어려운 시기다.

Fig. 4. 에서 희귀 금속 HScode 별 관련 부품 수출 규모를 알 수 있다. 이를 시나리오 최상(S1~S4)과 최악(S′1~S′4)으로 구분하였다.

Fig. 4. Korea ex-import system for connecting supply belts in V4 (author), [14]

4. 실증 시나리오분석

4.1 최선 방안

본 연구에서는 여러 시나리오를 도출하여 최적의 기술 전략을 제시한다. 새 술은 새 부대로 담듯, 혁신 기술(2차 전지)은 주기별 혁신 플랫폼을 구축해야 한다. 이는 Zeng, *et al.* (2022)이 리튬이온배터리(LIB)를 기반으로 시장점유율의 배터리-양극기술(BT)에 대해서 4가지로 분류했다[15]. 개발기(BT1 :최첨단 배터리), 진화기 (BT2 : 저코발트), 성숙기 (코발트-프리 기술침투: BT3), 차세대 (코발트-프리 배터리 양산기: BT4) 등

이를 본 연구는 주기별 기술융합으로 제시하고, 다양한 지역 공급으로 확대한다. 코발트 강도에 관한 기술 진보를 토대로 V4 글로벌 공급망을 설계하였다. 글로벌 및

지역 희토류(코발트) 수요-공급불균형 및 자원 무기화에서 이러한 BT의 배터리 수명 및 재활용희토류(코발트, 니켈)의 진행에 따른 추가적인 핵심 파라미터를 설정하여, 이를 재활용 공급기술 결합 등을 나타내었다. 또한 예로, NCMA 전지 중 비싼 코발트 대신에 저렴한 망간, 니켈이나 차세대 전지로 대체한다.

다음은 다양한 공급처에 따른 안정적인 배터리 기술개발을 고려해서 혁신 개발플랫폼을 제시한다.

Scenario 1: V4 국가의 ESG 에너지 수요증대는 한국의 관련 수출비중을 높여준다; (희토류 공급: 리튬, 니켈, 코발트,네온, 실리콘) (개발기, 최첨단 배터리: BT1)

Scenario 2: 헝가리는 러시아의 가스-광물, 중국과의 희토류 교역의 완충지대가 된다; (진화기, 저코발트, 망간: BT2)

Scenario 3: 기존 V4의 산업을 전기차, 배터리 등 제조업으로의 급전환시킴으로써, 한국은 유럽, 중국, 러시아 등과 새로운 협력을 전개할 수 있다; (성숙기: 코발트-프리, 하이망간 기술침투 및 기술유출방지: BT3)

Scenario 4: 새로운 에너지원 수소 개발과 기존 원전 등의 신 자원 공급처 망 융합으로 혁신을 이끌 수 있다 [5]; (BT1:개발기 최첨단 배터리 기술침투 or BT4: 차세대 배터리 양산)

4.2 최악 분석

중장기적인 Scenario는 유럽이 러시아에 대한 의존도를 줄이기 위해, 에너지 원을 다양화할 수 있다. 이는 중앙 아시아와 코카서스 에너지 자원은 실행 가능한 대안이 될 수 있다. 이와 관련 시장단절(chasm) 시나리오를 대비해서 2차 전지 개발대안을 분석할 수 있다.

Scenario′ 1: 우크라이나 전쟁의 장기화는 에너지, 곡물 등의 공급부족으로 고립지대가 될 수 있다.(쇠퇴기: 코발트-프리, 하이니켈 기술 침투: BT3)

Scenario′ 2: 러시아의 공급 공유지역에서 불공유지역으로 서방수출에 장애가 될 수 있다. (쇠퇴-전환기: 코발트-프리, 하이망간 기술침투: BT3)

Scenario′ 3: 독일 중심의 제조업 악화는 V4의 대 독일수출 의존도로 위험하게 된다(쇠퇴-개발기 최첨단 배터리 기술침투: BT1)

Scenario′ 4: 탄소 배출량의 감소로 V4의 전력수입이 증대되어, 제조단가(구매력)에 영향을 준다 (쇠퇴-진화기 차세대 배터리: BT4)

그러나 현재 한국 방산 수출의 기회가 된 폴란드를 포함한 V4는 우크라이나 전쟁의 조기 종식이 된다면, 우크라이나 재건 사업에 기회의 발판이 될 수 있다.

이는 기타 비세그라드 국가는 전기차, 차량반도체, 배터리 생산 전환(체코의 리튬광산, 전해질 생산)으로 노동수요에 맞춰 재숙련과 기술 향상이 요구된다.

4.3 한국적 관점과 전략방안

지난 30년 동안, 러시아와 중국은 각국의 이익이 융합되어 있다. 정치적, 경제적, 이념적 영역에서의 유대를 강화하는 비공식 동맹을 이뤄 왔다.

Fig. 5 와 같이, V4국가에서 한국이 프렌드쇼어링(Friendshoring)이든 리쇼어링(Reshoring)를 하든, 배터리 산업은 시장단절(chasm)로 완전한 자국화가 쉽지 않다. 잘 재련된 원자재의 공급망이 확보가 어렵기 때문이다. 이를 시나리오에 따른 플랫폼화(AI 통합)로 인정화하고, V4국가와 신뢰관계의 기반을 쌓아야 한다.

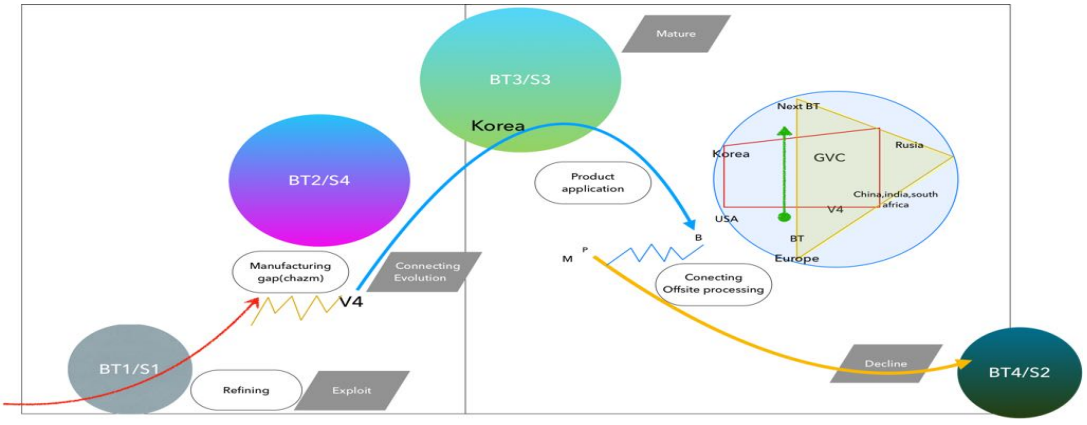

Fig. 5 Analyzing scenario strategy (author design)

이처럼, 글로벌 공급망의 수요와 공급의 불균형을 Zeng, *et al.* (2022)와 비교해서 보면, 현재 진행 중인 다양한 기술(예: 배터리 음극/양극기술, 배터리수명 및 재활용 기술)로 코발트-프리(망간,니켈) 공급을 플랫폼화시키고, 기술유출을 방지한다.

그러나, 위의 시나리오는 전기차 및 배터기 성장주기에 따른 주요 공급망의 매개 변수에 대한 시나리오를 설정 분석하였다. 단, 본 논문은 글로벌 희토류의 수요와 공급에 미치는 캐즘 영향을 밝히기 위해 시나리오를 선택하고 제시했다.

S'1~4는 높은 희토류(코발트, 니켈)의 재공급률을 고려한다. S'은 가장 최악의 공급 기술 가정 하에서 가장 높은 수요와 가장 낮은 공급을 가진 비관적인 시나리오이다.

5. 결론

본 연구는 이러한 변화와 신사업의 전환에 따른 독일의 산업위축과 V4 자동차 제조기지의 위기 초래하게 될 수 있음을 위 연구결과로 밝히고 있다.

시장단절은 독일이 지난 20년간 경제성장 원동력을 잃게 될 수도 있다. 우크라이나 전쟁 등이 EU 테이퍼링 지속과 높은 인플레이션도 문제이다. 신 산업의 광물 및 부품조달 기지로써, 중국, 러시아로부터 V4가 수입처가 되어 왔다. 유럽 자동차사의 배터리 내재화생산으로 V4는 완충지이자 수출경쟁지대가 된다. 한국은 헝가리와 폴란드에서 전지생산이외도 원전, 방산 수출까지 확대했다.

그러나 본 연구결과, EV 성장주기와 2차 전지 에너지 개발-재활용, 차세대 에너지 (수소발전)플랫폼화(AI통합)로 안정적인 개발-구축이 맞춰야 캐즘을 극복됨을 제시한다. 현재 러시아, 중국의 배제에 따른 에너지를 포함해서 유럽의 공급 불균형이 시장단절(chasm)로 나타났다. 이를 극복하려면 V4와 EU는 한국의 AI를 접목한 EV 에너지 플랫폼화를 구축해야 한다. 반면, 향후 연구는 V4 지역이 배제될 시, 한국은 타 지역으로 급전환하여 개발 성과를 다루어야 한다.

REFERENCES

[1] Peng, T., Qiqi, H., Zhang, Z., Baicun, W., & Xu, X. (2021). Industrial internet-enabled resilient manufacturing strategy in the wake of COVID-19 pandemic: A conceptual framework and implementations in china. *Chinese Journal of Mechanical Engineering = Ji Xie Gong Cheng Xue Bao, 34*(1) DOI : https://doi.org/10.1186/s10033-021-00573-4

[2] D.S. Seo. (2018). Strategy of Market Spread-Commercialization in EVs Industry: Visegrad and Nordic Countries. *The International Journal of Industrial Distribution & Business*, 9(3), 57-68.

[3] Anvari, A. R. (2021). The integration of LARG supply chain paradigms and supply chain sustainable performance (A case study of iran). *Production & Manufacturing Research, 9*(1), 157- 177. DOI : https://doi.org/10.1080/21693277.2021. 1963349

[4] Todd Taylor, Thomas Choi, V.G.Venkatesh & Ved Srinivas. (2016). Globalization: China style, Supply chain management review : 42-48, retrieved from https://bt.e-ditionsbyfry.com/publication/?m=24891&i=293401&p=15&ver=html5.

[5] Chau Thi, & D. L., Pakurár, & M., Kun, I. A., & Oláh, J. (2021). The impact of factors on information sharing: An application of meta-analysis. *PLoS One, 16*(12). DOI : https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260653

[6] Chatzopoulos, T., Ignacio Pérez Domínguez, Toreti, A., Adenäuer, M., & Zampieri, M. (2021). Potential impacts of concurrent and recurrent climate extremes on the global food system by 2030. *Environmental Research Letters, 16*(12) DOI : https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac343b

[7] Khodjaeva, S., Musaev, M., Rasulev, A., & Turaeva, M. (2021). Developing of natural gas transportation of central asia and its geopolitical and geo- economic aspects. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science, 937*(4) DOI : http://lps3.doi.org.libproxy.sungkyul.ac.kr/10.1088/1755-1315/937/4/042044

[8] D.S. Seo. (2017). The investment point on cooperative innovation in EVs for the spoke-smart cities: focused on Nordic countries and Korea. *The Journals of Economics, Marketing & Management*, 5(3),1-11.

[9] Osobajo, O. A.,& Ioannis, K., & McLaughlin, H. (2021). Making sense of maritime supply chain: A relationship marketing approach. *Journal of Shipping and Trade, 6*(1) DOI : https://doi.org/10.1186/s41072-020-00081-z

[10] Muafi, M., & Sulistio, J. (2022). A nexus between green intelectual capital, supply chain integration, digital supply chain, supply chain agility, and business performance. *Journal of Industrial Engineering and Management, 15*(2), 275-295. DOI : https://doi.org/10.3926/jiem.3831

[11] G. D. Hong & H. K. Kim. (2017). Sensor-based

convergence system in Ubiquitous Environment. *Journal of The Korea Convergence Society, 7(1),* 1-6. DOI : 10.22156/JKCS.2018.7.1.001

[12] Zeng, A., Chen, W., Rasmussen, K.D. *et al.* (2022). Battery technology and recycling alone will not save the electric mobility transition from future cobalt shortages. *Nature Communication* 13, 1341. https://doi.org/10.1038/s41467-022-29022-z

[13] D. S. Seo. (2017). *Vehicle occupant safety confirmation system.* Seoul : Korean Intellectual Porperty Office (KIPO).

[14] Busse C ,Meinlschmidt J , Foerstl K . Managing Information Processing Needs in Global Supply Chains: A Prerequisite to Sustainable Supply Chain Management, JOURNAL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT : 87-113.

[15] http://www.kotra.or.kr/bigdata/bhrcMarket (2021/12/8)

서대성(Seo, Dae-Sung) [정회원]

- 1995년 2월 : 한국외국어대학교 국제경제(경제학석사)
- 2000년 8월 : 건국대학교 국제무역(경제학박사)
- 2014년 4월 ~ 현재 : 성결대학교 파이데이아학부 교수

- 관심분야 : 국제경제, AI 융합경제, 미분
- E-Mail : kcons@kcons.or.kr