

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2023.9.2.553>

JCCT 2023-3-68

혁신 및 제조 허브의 미국으로 이동에 관한 연구

Study on Shift of Innovation and Manufacturing Hubs to the United States

서대성*

Seo, Daesung*

요약 본 연구는 허브(혁신, 제조)의 타국 이동에 따른 자국 산업과 허브화된 미국의 산업(배터리, 반도체, 전기차)에 관한 것이다. 미국과 중국 사이의 지속적인 무역 긴장은 기업들이 그들의 사업을 미국으로 옮기는 데 또한 역할을 했을 수 있다. 이러한 움직임의 결과는 잠재적으로 미국의 일자리 창출과 미국 제조업 분야에 대한 투자 증가를 포함할 수 있다. 다만, 이전 과정에서 소비자들의 가격이 상승하거나 공급망에 차질이 빚어지는 등 부정적인 결과가 초래될 수도 있다. 그러나, 중국을 포함한 각 나라의 주요 첨단 산업(배터리, 반도체, 전기차)들이 미국으로 이동한다면, 그 문제는 달라질 수 있다. 미국 경제는 성장하고 첨단 산업 공장을 미국에 설립한 기업이나 국가는 곤경에 처할 수 있다. 그러나 이러한 IRA, Chips Act 시나리오는 일자리와 투자를 잃고 결과적으로 경제적 어려움에 직면할 수 있기 때문에 산업이 미국으로 이동한 국가에도 부정적인 결과(자국 물가상승)를 초래할 가능성이 높다. 한국과 미국의 수출규모에 대한 실증분석결과, 글로벌 공급 허브의 이동 변화가 지정학적 가격상승과 소비감소와 같은 요소들과 연관이 된다. 본 논문은 이러한 변화에 대응하기 위해 규모의 생산지를 이동시켜 탈 첨단화되는 결과를 방지해야 함을 강조하고자 한다.

주요어 : 허브, 주변, 이동성, 제조기지, 혁신, 전기차, 배터리, 반도체, 첨단

Abstract The study is about domestic industries following the migration of hubs (innovation, manufacturing) to other countries and the hub-oriented US industries (batteries, semiconductors, electric vehicles). Additionally, the ongoing trade tensions between the United States and China may have also played a role in companies moving their operations to the United States. The result of such a move could potentially include job creation in the United States, as well as increased investment in the U.S. manufacturing sector. However, it is also possible that there could be negative consequences, such as higher prices for consumers or disruptions to supply chains during the relocation process. However, such IRA, Chips Act scenario would likely also have negative consequences (Inflation in the home country) for the countries whose industries moved to the US, as they would lose jobs, investment, and possibly face economic difficulties as a result. As the result of the empirical analysis of the export scale of Korea and the United States, changes in the movement of global supply hubs are related to factors such as geopolitical price increases and consumption declines. In order to respond to these changes, this paper emphasizes the need to prevent the result of de-advantage by moving the production area of the scale.

Key words : Hub, Spokes, Moving, Manufacturing-base, Research-Innovation, EV, Battery, Semiconductor, High-tech

*정회원, 성결대학교 파이데이아부 교수 (제1저자)
접수일: 2023년 2월 9일, 수정완료일: 2023년 3월 2일
게재확정일: 2023년 3월 10일

Received: February 9, 2023 / Revised: March 2, 2023

Accepted: March 10, 2023

*Corresponding Author: dais3s@gmail.com
Dept. of Paideia, Sungkyul Univ, Korea

I. 서 론

미국의 중국제재 긴장으로 인해 한국의 첨단산업(배터리, 반도체, 전기차)이 미국의 제조기지를 설립하고 있다. 이러한 기업들은 반도체 장비 업체 등 R&D 기지로써, 한국내 클러스터를 형성하고 있다 (AMAT, ASML, Lam Research, Tokyo Electron, KLA).

그러나 이러한 기업들이 한국 국내로 이동하는 것은 제조기지가 아닌 연구소 기반이다. 제조 허브가 국외로 이동하고 연구 허브가 국내로 집중되는 것은 과거 다국적 기업의 전략이었다. 포스트 Covid 19이후는 새로운 허브 전략이 요구된다.

미국의 반도체 지원법(chips act)은 880억 달러를 투자하여 새로운 지역 하이테크 허브를 개발한다. 미국은 자국 내에서 반도체 생산 능력을 강화하고 연구 개발을 촉진하여, 더 포괄적인 과학, 기술, 공학 및 수학 (STEM) 인력을 창출하는 데 목적이 있다. 이는 양자 컴퓨팅, AI, 청정에너지 및 나노 기술과 같은 최첨단 기술의 R&D 및 상업화를 위해서다.

또한, IRA(인플레이션 감축법)도 제조기지(전기차, 배터리)의 허브를 미국으로 이동하게 만들었다. 이는 미국에서는 생산하고, 한국에서 연구협업을 하는 것이다. 한국 내 외자기업들로 인재유출의 문제도 내포되고 있기 때문이다.

그러나, 수출주도 국가인 한국은 제조기지가 집중되어야 한다. 한국의 대외수출이 11개월 연속적인 적자를 기록하였다. 2022년 10월부터 4개월 연속적으로 적자를 기록하여, 2023년 1월까지 1269억 달러의 적자를 기록하였다. 수출이 줄어들어 (-16.6%) COVID-19 확산 초기인 2020년 4월 이후 2년 9개월 만에 최대치를 기록하였다. 고가의 원자재 가격과 금리, 세계 경제의 둔화와 반도체 수출의 감소로 인해, 수출은 전년 대비 1080억 달러 감소하여 600억 달러의 수출액을 기록하였다. 이는 2022년 대비 44.5%의 감소율을 보인다.

반도체 수출은 소프트웨어와 함께 수출하여 차별성을 유지하고 2차적인 변화(적자 문제)를 극복해야한다. 가격 경쟁의 시작은 전기차 시장의 빠른 성장을 위해 시장 점유율을 확대하고 매출을 확장하기 위한 단기간의 시장 지배력 증대를 목표로 한다. 2022년에는 테슬라가 다른 제조업체들보다 3배 이상 높은 15.6%의 영업 이익률을 기

록하였다. 그러나 테슬라는 수익성을 포기하더라도 전기차 판매에서 선두위치를 유지하기 위해 노력하고 있다. 이러한 경쟁은 전기차 OS의 소프트웨어와 FDS 역할도 매우 중요하다[1]. 자사 칩 디자인은 기업들이 공급망 제어에 대한 더 큰 통제력을 갖게 하여 제3자 공급업체에 대한 의존도를 줄이고 장기적으로는 비용을 감소시킬 수 있는 장점을 제공한다.

한국 기업이 경쟁적인 글로벌 시장에서 인재를 유지하는 것이 어렵다. 외국 자회사의 한국 진출로 인해, 한국 기업에서 일하는 인재들이 외국 자회사로 이직하거나, 외국 자회사가 한국에서 인재를 영입하는 것이 어렵지 않기 때문이다. 이는 한국 기업이 인재 경쟁력을 유지하기 위해서는 인재, 기술 유출 문제를 해결하고, 더욱 매력적인 인센티브 환경과 보안을 제공하는 것이 필요하다.

고금리와 높은 인플레이션 상황에서는, 미국 인플레이션 감축법, 유럽 원자재 법, 지역 인재 확보와 같은 문제들로 인해 경쟁 기간이 길어지는데 대응해야 한다.

1. EV의 배터리 공급 양산과 안정성

본 연구는 배터리 산업과 경제 성장 면에서 기존 미국의 상관관계를 검토한다. 전기차 시대에는 자동차 산업의 협력 파트너가 상호 이익을 가져오는 관계이다. 많은 배터리 회사들이 유럽과 미국으로 향하는 이유는 지역 고객 수요 때문이다. 전체적으로 유럽에서 전기차의 판매 시장 점유율은 2022년에 10%를 넘어 급속히 성장하였으며, 2035년까지 전기차 수는 총 대수의 40%에 달할 것으로 배터리 수요가 급증할 것이기 때문이다.

이 두 분야의 융합을 통해 발전이 가능하지만, 전자기기의 고장(급작스러운 폭발, 브레이크 오버라이드 장치) 및 화재 (Battery Management System)와 같은 안전 문제에 대한 심각한 고려가 필요하다.

유럽에서의 국산화가 어려워진 배터리를 주도하려 한 것으로 인해 한국 배터리 제조업체의 위치가 강화되었으며, 미·중 갈등, 새로운 유럽 업체의 감소, SK-ON, 삼성 SDI 및 LG Energy Solution과 같은 국내 배터리 기업의 기회 등이 이유이다.

원통형이나 파우치 배터리 모두 제조능력을 갖춘 LG Energy Solution과 General Motors의 합작인 Ultium Sands는 4개의 공장을 미국내 건설하게 된다. SK이노베

이선은 코발트 프리 제품을 생산하고 있어 경쟁력이 높이며 현대차와 함께 미국공장을 설립 중에 있다.

LG Energy Solutions, Samsung SDI, SK On과 같은 한국 기업들은 한국 공장을 모회사로 활용하여 글로벌 생산 기지를 구축하고, 초기 안정화에 강한 장점을 갖고 있다.

중국도 국내 시장에서 급격히 성장하여, 후발주자까지도 확대를 추진하고 있다. 그러나 국내 경쟁이 치열해지면서 해외시장 진출도 시작하고 있다. CATL은 이미 독일에서 LFP나 시리즈 공장 가동을 시작했으며, 동유럽에서 추가적인 헝가리 생산 기지를 마련하고 있다.

2. 허브 통합시너지(배터리)

미국은 인플레이션 감축법안을 주도하여 미국 현지화 전략을 강화하고 있으며, 미국, 중국, 유럽이 전기차 시장에서 주요한 3개국이다. 전기차 시장을 선도하는 Tesla는 GM과 Ford와 같은 기업과 장기적인 파트너십을 통해 확장하고 있다. CATL은 Ford와 버지니아 주정부와 파트너십을 통해 미국 시장 진출을 시도했지만, 신규 반도체와 배터리 공장의 일자리 창출을 이유로 미국 연방정부에 거부당했다. 미-중 간 긴장으로 인해, CATL의 투자가 차단되어 메소아메리카를 경유한 대체 루트를 모색하고 있다. 일본과 유럽은 전기차 기업과 파트너십을 확대하고 있지만, 개발 속도는 예상보다 느리다. 일본은 Panasonic(원통형 배터리)을 제외하고는 완벽한 생산 체계를 갖춘 곳이 없다. Sony는 Tesla의 양산을 주력으로 하며 국내 고객만 인정한다. 유럽에서는 Northvolt, Sharp, British Volt, Norwegian Moro Battery, Freyr, ACC in France, Verkor 등이 모두 배터리 시장에 진입했지만, 예상보다 느리게 발전하고 있다. 유럽의 선두 기업인 Northvolt는 생산 수율 향상에 고심하고 있다. 대기업의 투자를 유치로 2019년 설립된 영국의 British Volt는 파산 신청을 했다.

별도의 연구는 전 세계적으로 일어나고 있는 배터리의 발전 변화에 따른 전기차(EV) 시장에 관한 것이다. 테슬라의 파우치 형 배터리 채택은 가격과 품질의 다양성을 시장에 제공하고 저변 확대하는 전략으로 간주될 수 있다. 전기차의 배터리는 차량의 40%를 차지하여 저렴한 가격, 안전성 및 대량 생산 등의 이슈가 중요한 과제이다. 이를

위해 원통형 4680 배터리가 등장하면서 자동차 회사들은 원통형 배터리로 전환하고 있다. 현재 원통형 배터리의 에너지 밀도는 기존 원통형 배터리의 5배 이상이며, 파우치형 및 각형 배터리와 비교하여 낮은 비용으로 생산이 가능하다.

한국의 NCM(니켈-코발트-망간) 배터리는 LFP 배터리보다 높은 에너지 밀도를 가지며 긴 주행 거리와 짧은 충전 시간의 장점이 있다. 그러나 중국 기업들은 저가의 LFP 배터리를 통해 시장 점유율을 높이려는 시도를 하고 있다. 전기차 시장이 가속화되면서 프리미엄 전기차 등에서 고효율의 한국 배터리 수요도 증가할 것이다.

미국의 인플레이션 감축 정책에서 한국 기업들보다는 미국 기업의 이익을 우선시 된다는 것이다. 그 결과, 중국 배터리 기업인 Gotion High-tech도 미국 미시간 주에 약 2억 3,000만 달러를 투자하여 배터리 공장을 건설한다. 해당 주에서는 약 1억 7,000만 달러에 해당하는 투자 인센티브를 제공하기 때문이다. 이 투자는 미국의 인플레이션 감축 조치를 우회하기 위한 시도로써, 중국이 제외되어 있음에도 불구하고 미국에서 공장을 건설하려는 중국의 시도와 미국의 실익이 일치한 것이다. 중국 기업들은 인플레이션 감축의 진정한 해결책은 미국에 진출이다. 이러한 방식으로, 그들의 동맹국을 고려하지 않는 미국 정부는 궁극적으로 자신의 이익에 따라 움직인다.

이는 미-중 간의 무역 정책, 지적 재산, 기술 등에 대한 갈등과 긴장감이 있음에도 불구하고, 2022년까지 미-중 상품 교역이 역사상 가장 큰 규모(6906억 달러)를 기록한 이유기 때문이다. 이 상황에서 기술과 생산지 허브의 이동으로, 한국 등 각국이 실리를 추구한다.

II. 선행 연구

1. 한국-미국-중국의 테스트베드

미국의 리쇼어링 정책은 자국 기업뿐만 아니라 첨단 관련 외국 기업들을 유치하고 있다는 것이다. 본 선행 논문에서는 동적인 소비자 선호도를 고려하여 전기 자동차(EV) 보급에 대한 확산 모델을 수립하였다. 이를 위해 탄소 세금, 생산 보조금, 구매 보조금 및 정보 정책을 비롯한 다양한 홍보 정책이 실시되었다. 공급 측면 정책과 수요 측면 정책의 차이에 대한 다양한 효과를 조사하였다.

결과는 제조업체 네트워크의 규모에 민감하게 영향을 받는다는 것이다. 탄소 세금과 생산 보조금은 일관된 EV 확산을 촉진할 수 있다. 확산 초기 단계에서는 구매 보조금이 생산 보조금보다 효과적이지만, 수요 측면 보조금의 불확실성도 고려해야 한다[2].

앞으로 EVs가 공간 컴퓨팅 분야에서 중요한 기회와 도전을 제공한다. 이를 반도체와 배터리 연구하고 실험하기에는 미국이 최적의 조건을 갖추고 있는 실정이다. 초기에 전기차(EVs)는 온실가스 배출의 주요 원인인 교통의 탄소 발자국을 줄이기 위한 해결책으로 인식되었다. EVs와 이를 지원하는 인프라의 채택이 증가함에 따라, 공정한 경제 성장과 신뢰성 있는 교통 및 에너지 시스템을 달성하기 위해 효과적으로 EVs를 관리해야 한다. 대규모 지역에서의 EV 인프라의 공정한 분배는 중요한 사회적 영향을 가지는 복잡한 공간 컴퓨팅 문제를 제시한다. 공간 컴퓨팅 정보를 기반으로 EVs를 채택하고 관리하는 것은 EVs를 통해 최대한의 탄소 감축을 달성하는 데 필수적이며, 신뢰성 있는 재생 에너지 미래로의 전환을 위해서도 중요하다. 도로에서 EV 운전자는 경로 선택 속도, 날씨 조건, 동일 경로의 에너지 요구 사항 및 공공 빠른 충전 스테이션과 같은 요인을 고려하여 공간 컴퓨팅의 이점을 얻을 수 있다[3].

초연결 사물 인터넷, 컴퓨팅, 통신 인프라, 센서 및 인공 지능 등의 기술이 조합될 때 높은 신뢰성과 낮은 운영 비용의 이점이 얻어진다는 것이 반도체 산업의 성공에 중요하다. 또한 반도체 회사의 4차 산업 혁명의 구현을 제시하는 프로젝트의 최첨단 기술을 분석하면, 예를 들어, 통신 시스템이나 AI 알고리즘 등에만 초점을 맞춘 반도체 패키징 및 테스트 회사에 적용될 수 있다 [4].

리튬 이온 배터리의 본질적인 한계를 넘어 성능을 확장하는 것이다. 이러한 차세대 배터리 셀은 중량 에너지 밀도의 상당한 증가, 비용 절감 및 향상된 안전이다. 그러나, 기술의 상업적 전망을 발전시키고 규모의 경제이다. 이 빠르게 발전하는 학계, 산업, 정부 및 자금 조달 기관을 위한 연구 전략이 중요하다 [5].

지난 2005년 이전 10년 동안, 다국적 기업(MNE)은 중앙 집중식 허브 구조에서 다중 허브 구조로 이동했다. MNE는 효율적인 측면 통신과 단위 간 지식 이전을 방해하는 조직적 관성에 직면해 있으며, 증거는 사회화 메커니즘이 이러한 병목 현상 중 일부를 극복하는 데 도움

이 되지만, 물리적으로나 기술적으로 분산된 R&D 시설에서 지식 흐름을 최적화하는 데 많은 장애물이 남아 있음을 시사한다 [6].

2. 반도체 제조 허브와 보조금

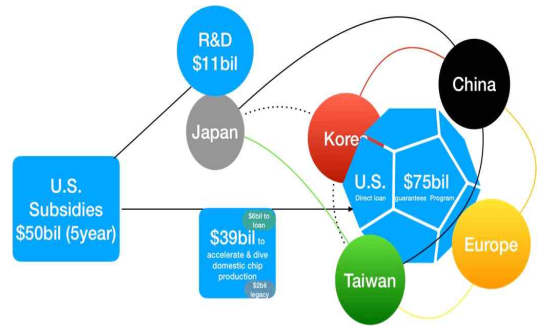


그림 1. 반도체 제조 및 뉴허브 이동형 확대 예산

Figure. 1 Budgets to expanded Semiconductor manufacturing & New Hub moving type [7].

Source: US Dept. of Commerce, Mckinsey and Author

2020년 코로나바이러스는 자동차 산업의 급격한 침체로 이어졌고, 이는 2020년 놀라울 정도로 빠른 수요 증가로 대체되었고, 결과적으로 마이크로전자 제품의 부족으로 이어졌다. 자동차 산업에서 똑같이 빠른 경제 회복의 전망은 여전히 원자재와 주요 부품, 즉 반도체의 공급 병목 현상에 의해 위협받고 있다. 반도체 위기는 단기 공급망 중단과 반도체 산업의 장기적인 구조적 특징이 겹친다. 이 둘의 조합은 자동차 산업의 공급 상황이 빠르게 개선되는 것을 막고 있다[8].

그러나, 정부의 보조금과 기업의 안전 정책은 전기차 가격 정보와 안전 수준으로 인해 전기차 판매에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 전 세계 자동차 시장은 친환경적인 시대에서 전기차(EVs) 도입을 촉진하고 있다. 그러나 전통적인 차량에 비해 고가와 화재 발생 등의 단점으로 인해 시장 확장이 어렵다. 따라서 본 연구는 전기차에 관련된 보조금을 분석하였다. 결과는 전기차 구매에 영향을 미치는 보조금이 친환경적인 차량 분석 모델을 구성할 수 있다는 것을 보여주고 있다.

III. 허브이동의 연구

1. 혁신 기술 연구

1) 시장 변화와 확대 속도

일본은 세계에서 1050만 대의 자동차를 판매하는 선두국가이다. 그러나, 전기차의 부상과 세계에서 가장 빠르게 성장하는 기업으로서, 한국의 현대자동차는 차세대 자동차 시장에서 세계적인 기술을 창출하고 있다 [9]. 반면 일본과는 상황이 다르다. 토요타를 비롯한 일본 자동차 업체들은 수소 자동차가 차세대 자동차 시장에서 더 유망하다고 예측하며 하이브리드 및 수소 자동차에 투자를 진행했다. 그러나 현재는 수소 자동차 제조 비용이 높고 인프라 구축이 미흡해 수익성이 부족하여 메르세데스, 아우디, 폭스바겐을 비롯한 대형 자동차 업체에서 개발 중단을 결정했다. 대부분의 자동차 업체들은 수소 자동차 대신 전기 자동차에 집중하고 있으며, 시장의 급변으로 인해 전기 자동차가 차세대 자동차 시장을 선도하고 있는 것으로 보인다. 이에 따라 토요타는 전기차의 추종자가 되고 있다.

2) 차량용 반도체

반도체는 전기차(EVs)에서 전원 관리, 차량 제어 및 인포테인먼트를 비롯한 많은 측면에서 중요한 역할을 한다. EV 내부의 다양한 구성 요소에서 사용된다. 첫째, 배터리 관리 시스템이다. 반도체는 EV 배터리의 충전 및 방전을 제어하여 안전한 한계 내에서 운전되도록 하며, 성능과 수명을 최적화한다. 둘째, 전기 드라이브 시스템이다. 반도체는 EV의 전기 모터와 인버터를 제어하는 데 사용되며, 이러한 기기는 배터리에서 직류(DC)를 교류(AC)로 변환하여 모터를 작동시킨다. 셋째, 차량 제어 시스템의 반도체는 차량의 브레이크, 조향 및 서스펜션 시스템과 같은 기능을 제어하는 전자 제어 장치(ECU)에서 사용된다. 넷째, 인포테인먼트 시스템이다. 반도체는 EV의 엔터테인먼트 및 내비게이션 시스템에서 사용되며, 디스플레이 스크린, 오디오 시스템 및 GPS와 같은 기능이다. 다섯째, 충전 시스템이다. 반도체는 EV 배터리의 충전을 제어하는 데 사용되며, 충전 포트와 충전기를 포함한다.

2. 반도체 제조 발전

1) 경쟁의 시대

반도체 산업의 역사적 배경과 "치킨 게임" 전략적 접근이다. 여러 국가와 기업은 시간이 지남에 따라 이 시

장에서 어떻게 경쟁하고 적응했는지 알 수 있다. 대규모 생산 설비 투자와 비용 효율적인 생산 전략이 D램 시장 성공의 핵심 요인이었다.

인텔은 IBM에서 발명한 DRAM을 상용화에 성공하면서, 1971년 첫 번째 '치킨 게임'이 시작되었다. 그러나 1970년대의 오일 쇼크로 인해 미국 반도체 기업들의 투자가 줄어들자 일본 기업들은 생산 비용을 낮추고 공장을 확장해 (규모 생산지의 이동) 따라잡았다. 1974년에는 82.9%의 시장 점유율을 보유했지만, 1.3%로 시장 점유율이 급락했고, 일본이 15년간 시장을 지배하게 된다. 두 번째 '치킨 게임'은 1985년에 시작되었다. 마이크로 인텔과 AMD와 같은 미국 반도체 기업들은 일본 기업들이 DRAM을 "덤핑"하고 있다는 이유로 국제무역위원회에 사건을 제기했다. 이에 미국 상무부는 일본의 메모리 반도체에 대해 21.7%~188%의 반덤핑 마진을 부과했다. 이는 미국-일본 반도체 협약이 체결되면서 가능해졌으며, 결과적으로 일본의 불리한 무역 협약이 성립되었다. 그 결과 미국 반도체 시장 점유율이 20%를 넘었다 (규모 생산지의 이동). 이후 한국의 반도체 기술이 강화되었고 PC 시대가 시작되었다.

삼성은 이 기회를 잡아, 25년 이상의 수명을 가진 고품질의 일본 DRAM 대신에, 가성비 좋은 자체 개발 DRAM을 생산했고, 개인용 PC에 적합했다(규모 생산지의 이동).

그 이후 1996년 대만이 반도체 시장에 진출하면서 한국의 금융 위기시기에 성장했다. 한국은 손실을 내면서도 생산을 늘려 2007년에는 세 번째 '치킨 게임'이 시작됐다. 2008년 글로벌 금융 위기 발생으로 인한 DRAM 가격 하락으로, Samsung Electronics, SK하이닉스, Micron, Nanya, Nohau 등의 운영 이익률은 적자였다. 그리고 DRAM 시장에서 점유율 8.3%를 가진 독일의 인피니온은 파산하고 일본의 엘피디는 20억 엔의 지원으로 겨우 생존했다. 이후, 대만 기업들은 대용량 DRAM 시장에서 철수해 세 번째 '치킨 게임'이 끝난다. 세 번째 '치킨 게임' 이후, 2010년에는 일본과 대만 반도체 기업들이 새로운 랩의 대규모 생산 시설에 투자해 성공을 거뒀고, 이는 삼성전자가 내부적인 투자 경쟁으로 성장해왔기 때문이다.

기술혁신을 가져온 3D 적층형 플래시 메모리의 출현으로 대규모 플래시 메모리 생산이 가능해졌다. 삼성전자는

2013년 24개 층을 적층했으며, SK하이닉스는 2022년 238개 층을 개발한 최초의 기업이 되었다. 시장 점유율 33.1%를 가진 삼성전자가 시장을 선도하고, 19.5%의 시장 점유율을 가진 SK하이닉스가 이어진다. 한국은 메모리 반도체 분야에서 '치킨 게임'의 생존과 혁신으로 선두주자가 되었다.

현재 미국이 반도체 산업에서 중국에 대한 제재가 강화되고 있다. 2022년 7월, 중국의 SMIC는 TSMC에서 많은 엔지니어를 고용하여, 14나노미터 반도체를 개발하고 생산했지만, ASML의 EUV 대체 공정보다 성능과 효율성이 떨어져 생산이 불가능하다. 그러나 노광 장비가 없는 중국은 독자적으로 EUVL 및 High NA를 개발할 수도 있다. 그러나, 현재 중국의 지원 정책은 경기 둔화, 소비 감소 및 기술 실패로 어려움을 겪고 있다. 정부의 지원이 중단으로, 2022년 8월 말부터, 반도체 기업들이 파산하고 있다.

1) 통합 반도체의 개발

앞으로 첨단 반도체 개발은 자체 기업마다 효율성이 높은 칩을 개발하는 시대가 도래했다. 그러나, 제품을 생산하는 기업들이 최첨단으로 갈수록 융합하고 통합된 칩을 개발은 쉽지 않다. 테슬라 전기차가 자율주행(FSD) 칩을 개발하면서 자체 통합이 이루고 있다. 이미 애플은 칩 개발 상황에서 기업이 자체 칩 개발에 집중하기 위해 혁신 연구센터를 허브화하는 것을 다루고 있다. 그러나 애플은 최근 3나노미터 칩을 위한 WiFi 칩(모뎀 칩) 개발을 중단한 것이다. 애플은 이를 통해 Qualcomm과 Samsung과 차별화된 기술력을 증명하고 3나노미터 시대를 열어가려 했다. 이에 따라 3나노미터 칩은 애플의 시장 지위를 결정하는 중요한 역할을 할 것이기 때문이다. 이는 A15 바이오닉과 M1 프로세서가 서로 다른 아키텍처를 사용하고 있어 CPU와 GPU 코어 수가 비슷하더라도 성능이 크게 달라질 수 있는 이유이다. 애플은 이를 극복하기 위해 인하우스 칩 개발에 우선순위를 둔다. 그러나, 애플은 최근 핵심 엔지니어의 이탈로 인해 칩 개발에 어려움을 겪고 있다. 이를 통해 모바일 AP와 모뎀 칩을 통합하면서 공간 사용 및 전력 소비 감소의 이점을 얻을 수 있기 때문이다.

삼성도 Exynos의 적용을 2년간 중단하기로 결정했다. Exynos는 삼성전자가 인하우스 개발한 모바일 어플리케이션 프로세서이다. 삼성전자의 관점에서 이 모바일 AP는 스마트폰이나 태블릿 PC에서 뇌의 역할을 하고, 이것은

UK의 ARM 기술을 기반으로 만든 모바일 AP이기 때문이다. 도요타도, 정부와 협력하여 Sony Group, NEC, 도요타 공급업체 Denso, NTT, 칩 제조업체 Kioxia Holdings, SoftBank 및 Mitsubishi UFJ Financial Group은 Rapidus라는 새로운 차세대 반도체 벤처 기업을 설립했다. 인텔과 Rapidus는 기억 장치 반도체 부분이 아닌 파운드리 분야에 진출하면서, 로직 반도체 시장에서 영향을 미치는 요인이 되고 있다. 또한 전기차 생산에 비중이 큰 중국도 DUV를 비롯한 저급 반도체도 비공식적으로 중국으로 공급하고 있다.

논자는 역시 모빌리티 시대에 ChatGPT와 관련 주요 테크 기업들과 국가들도 통합 반도체 제조 허브의 이동에 따른 변화도 고려해야 함을 강조한다.

IV. 실증 분석

1. 제조기기의 이동에 따른 공급망 경쟁 상관관계

미국 첨단 제조기기가 (배터리, 반도체, 전기차) 공급망 전략에 미치는 영향은 나비 효과만큼 극적이지 않을 수 있지만, 미국의 수요 또는 비용의 작은 변화가 전체의 공급망과 중국 전략 전반에 걸쳐 파급 효과를 가질 수 있다는 것은 확실히 가능하기 때문이다.

표 1. 한국과 미국의 세계 수출(배터리 및 비메모리 반도체 물량)의 회귀 분석(2017-2021)

Table 1. Regression analysis of battery & non-memory semiconductor volume to the world exports in Korea & U.S.(2017-2021)

Regression Statistics					
<i>R</i>	0.9524	<i>R-Squared</i>	0.9070	<i>Adjusted R-Squared</i>	0.8141
<i>MSE</i>	4,313,639.0	<i>S</i>	65,678.299	<i>MAPE</i>	2.8822
<i>Durbin-Watson (DW)</i>	2.5459	<i>Log likelihood</i>	-60.2666		
<i>Akaike inf. criterion (AIC)</i>	25.3066	<i>AICc</i>	26.5066		
<i>Schwarz criterion (BIC)</i>	25.0723	<i>Hannan-Quinn criterion</i>	24.6771		
<i>PRESS</i>	8.8995E+10	<i>PRESS RMSE</i>	133,412.55	<i>Predicted R-Squared</i>	0.0410

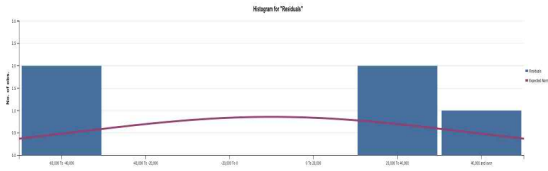


그림 2. 잔차(residual) 히스토그램
 Figure. 2 Histogram for residuals

그러나, 그림2 의 경우, 통계자료[11][12][13][14]에 따라서, 분포의 평균(mean)과 중앙값(median)이 다를 수 있으며, 데이터 모델링에 영향을 미칠 수 있기에, 앞으로 추가적인 분석도 요구된다.

종속 변수: 미국의 배터리, 비메모리반도체 생산 수출 규모, 독립 변수 (한국 배터리, 비메모리 반도체 생산 수출규모)로 분석할 시,

$$R^2 : 0.907 \quad (1)$$

The p-value :H0 (5%) (Shapiro-Wilk W) 0.768 으로서, 유의미 값에 속한다

$$(2)$$

위의 표1. 주어진 관계에서, 종속 변수는 한국의 생산량이며, 독립 변수는 한국 제조 기지의 배터리 수출 크기와 미국 제조 기지의 비메모리 반도체 및 배터리 생산량이다. 추정 회귀 모델로, 독립 변수의 값(한국 제조 기지의 배터리 수출 규모와 미국 제조 기지의 반도체 및 배터리 생산량)의 값을 기반으로 종속 변수(한국의 생산량)를 예측하게 된다. 이것은 제조기지의 미국으로의 이동으로 인해 독립 변수(한국 전체 수출규모의 감소)가 종속 변수(미국 생산량 증가)에 따른 혁신과 소비 (가격 상승)영향을 미치는지 분석할 수 있다. 골드만 삭스는 미국에서 신설 반도체 팹(생산시설)을 운영은 대만 생산 시설에 비해 원가가 44% 상승하게 된다고 전망한다[10]. 그 결과 허브이동이 혁신과 소비 관계의 강도를 정량화할 수 있게 해준다.

전기차의 전제 경우는 각국의 보조금에 비례해서 판매량에 직접적인 영향을 준다. 중국도 국내 생산(LFP) 배터리만 사용하는 전기차에 대해 보조금을 지원하고 있으며, 이는 산업 보호의 일환으로 볼 수 있다. 반면 한국은 배터리 관련 조치를 통해 에너지 밀도(NCM) 배터리의 성능을 개선하는 기준을 마련해 왔다. 이는 세계적인 시각에서 편파적인 접근이 아니다. 단 미국 생산을

통한 보조금의 이득은 장기적인 접근이 요한다.

2. 한국적 관점

반도체의 경우도 IRA(인플레이션 감축법 등)과 마찬가지로, 미국의 반도체 지원법(CHIPS and Science Act)에 따라 보조금보다 전략적 사안이 크다 (유럽, 한국도 반도체 지원법은 입법화 중). 삼성전자는 최첨단 파운드리 공장을 미국 텍사스주에 짓고 있으며, 투자액은 22조원 (170억 달러)이다. 또한 중국 시안에는 삼성전자의 대규모 1-2기 낸드플래시 공장이 가동되고 있으며, 30조 원의 투자가 이루어졌다. 삼성전자는 미국 정부의 10년간 재산 증가분에 대한 세금을 면제하고 자금을 지원 보조금을 받기 위해 중국 시안 공장의 추가 투자를 멈추거나, 미국 정부의 보조금을 받지 않고 파운드리 공장을 짓기로 결정해야 한다(규모 생산지의 이동). 이러한 결정은 반도체 기술 혁신을 위한 선택과 집중이 필요하며, 낸드플래시 메모리와 비메모리 기술의 발전을 위해 한 허브를 정해야 한다.

한국도 첨단 제조 허브에 대한 자국 생산을 강화해야 한다[13]. 제조의 허브가 핵심 미국으로만 이전되면, 고부가가치 수출을 지속적으로 신속히 개발해야 하는 부담을 갖게 된다. 이에 대한 기술노출과 고비용 첨단화의 피로감은 자국의 허브를 상실하게 만들게 된다. 한국이 첨단 제조 허브를 위한 국내 생산을 강화할 필요성과 개발부담 방지로, 첨단 인프라, 스마트 공장, 6G, AI 등 다양한 개발에 집중해야 한다. 첫째, 인력 기술 향상, 둘째, 외국인 투자 및 무역 주변국의 관계 강화 등이다. 첨단제조 허브로서, 한국은 고부가가치 수출을 지속할 수 있다.

V. 결론

위의 전제에 대한 산업에서의 실증분석은 다음의 문제와 해결로써, 첫째, 허브 (혁신, 제조)의 미국 이동에 따른 자국 산업의 주변화되고, 미국의 새로운 허브 산업(배터리, 반도체, 전기차)에 따라 변한다. 미국은 자국 내에서 반도체 생산 능력을 강화하고 연구 개발을 촉진하고 있다. 미국으로 이동한 국가에도 부정적인 물가상승을 초래한다. 둘째, 글로벌 공급망의 이러한 변화의 지정학적 영향이 소비와 혁신을 감소시킬 수 있다.

수출주도 국가인 한국은 한국 기업이 경쟁적인 글로벌

시장에서 인재를 유지하는 것이 어렵다. 첨단 산업 허브의 이동은 제조기지가 기반이 되어야 한다. 미래 선진국은 다음 ESG 산업에 대한 첨단제조 허브를 대비하는 국가에 달려 있다.

References

- [1] C. Katis, and A.Karlis, "Evolution of equipment in electromobility and autonomous driving regarding safety issues," *Energies*, Vol 16, No 3, pp 1271, 2023. doi:<https://doi.org/10.3390/en16031271>.
- [2] R. Fan, and R. Chen, "Promotion policies for electric vehicle diffusion in china considering dynamic consumer preferences:A network-based evolutionary analysis," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol 19, No 9, pp 5290. 2022. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095290>.
- [3] Hyeonjung (Tari) Jung, Mingzhou Yang, Matthew Eagon, and William Northrop, "Revolutionizing electric vehicle management: spatial computing challenges and opportunities," *IWCTS '22*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 11, pp 1 - 4.<http://lps3.doi.org.libproxy.sungkyul.ac.kr/10.1145/3557991.3567785>.
- [4] Gabriel do, N. S., Viana, R. F., Lima, M. J., Kuhn, H. C., Crovato, C. D. P., Ferreira, S. B., Rodrigo da, R. R., "I4.0 pilot project on a semiconductor industry: Implementation and lessons learned," *Sensors*, Vol 20, No 20, 2020. pp 5752. doi:<https://doi.org/10.3390/s20205752>.
- [5] Robinson, J. B., Xi, K., Kumar, R. V., Ferrari, A. C., Au, H., Maria-Magdalena Titirici, Shearing, P. R., "2021 roadmap on lithium sulfur batteries," *JPhys Energy*, Vol 3, No 3, 2021. doi.org/10.1088/2515-7655/abdb9a.
- [6] Criscuolo, P., & Narula, R., "Using multi-hub structures for international R&D organizational inertia and the challenges of implementation," St. Louis: Federal Reserve Bank of St Louis, 2005. retrieved from <https://www.proquest.com/working-papers/using-multi-hub-structures-international-r-amp-d/docview/1697440899/se-2>.
- [7] McKinsey & Company, *The semiconductor decade: A trillion-dollar industry*. April 1, 2022. retrieved from <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/the-semiconductor-decade-a-trillion-dollar-industry>.
- [8] Frieske, B., & Stieler, S., "The Semiconductor crisis as a result of the COVID-19 pandemic and impacts on the automotive industry and its supply chains," *World Electric Vehicle Journal*, Vol 13, No 10, pp 189, 2022. doi:<https://doi.org/10.3390/wevj13100189>.
- [9] DaeSung Seo, "GDP Growth Due to Strengthening the Mobility Platform and Cooperation with the Czech Republic", *Asia-pacific Journal of Convergent Research Interchange*, vol.8, no.10 pp.169-179, 2022. retrieved from: doi: <http://dx.doi.org/10.47116/apjcri.2022.10.15>.
- [10]Goldman Sachs, *Why the CHIPS Act Is Unlikely to Reduce US Reliance on Asia*,Regional analysis, Oct 2022. retrived from <https://www.goldmansachs.com/insights/pages/why-the-chips-act-is-unlikely-to-reduce-the-us-reliance-on-asia.html>.
- [11]UNComtrade, trade data, 2023. retrieved from <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow>.
- [12]Korea Trade Custom, *Trade Statistics for Export/Import*, 2023. retrieved from https://unipass.go.kr/ets/index_eng.do
- [13]The Semiconductor Industry Association (SIA). *market data*, 2023. retrieved from <https://www.semiconductors.org/data-resources/market-data>.
- [14]World Semiconductor Trade Statistics (WSTS), *Semiconductor market forecasts*, 2023. retrieved from www.wsts.org.
- [15]DaeSung Seo, "The Commerce Strategy towards Pan-European Innovation and Consumption: Spokes Partnership for FDI of Korea", *Journal of Internet Banking and Commerce* Vol 21, No S2, pp1 ~ 16, 2016.