

독일의 기술진보와 자동차산업의 미래

Lukas I. Park (MOONPARK Engineering 대표)

■ 머리말

1877년에 독일에서 기업가이자 발명가인 니콜라우스 오토(Nicolaus August Otto)가 가솔린엔진(Otto engine)을 발명하고, 그 뒤를 이어 1893년에는 엔지니어인 루돌프 디젤(Rudolf Christian Karl Diesel)이 디젤엔진(diesel engine)을 발명한 이후, 당시로서도 매우 혁신적이었던 이 두 가지 기술은 지금까지 백년이 넘도록 인류의 편리를 위한 산업 발전의 한 근간을 이루어 왔다. 화석연료를 동력으로 변환시키는 이 기술들은 그간 용도에 맞는 기술적 발전과 시대에 맞는 개선을 통하여 오랜 세월 동안 가장 보편적인 이동수단으로 사용되어 왔으며, 지금까지도 산업체계를 유지하기 위한 매우 중요한 기술적 역할을 담당하고 있다.

하지만 2007년 앨 고어(Al Gore)¹⁾가 노벨 평화상을 수상하며 유명해진 “불편한 진실(An Inconvenient Truth)”²⁾에 관한 강연으로 세계에 널리 경각심을 불러일으키기 오래 전부터, 이 두 핵심 기술들은 다른 화석연료를 사용하는 에너지 획득 수단들과 마찬가지로, 그 부작용으로 인류에게 성장의 대가를 톡톡히 치르게 하고 있었다. 온실가스에 의한 지구온난화를 가장 처음 연구한 학자는 로저 레벨(Roger Randall Dougan Revelle)이다. 앨 고어가 그의 강

1) Al Gore, 본명 Albert Arnold Gore: 미국의 정치가이며 환경운동가, 미국의 45대 부통령.

2) Al Gore가 온실가스에 의한 지구 온난화를 경고하고자 기획했던 멀티미디어 강연들, 이를 영화화한 기록영화, 또는 그 내용을 담아 편찬된 책을 지칭하는 공통적인 제목.

연에서도 인용하였듯이 레벨은 이미 1950년대부터 과학적인 가설을 내세웠는데, 2차 세계대전 이후 석탄과 석유를 연료로 사용하는 급격한 경제성장은 대기 중 이산화탄소의 증가 역시 급격하게 초래할 것이라고 예언하였다. 1956년 5월 28일 타임(Time)지에 실린 「One Big Greenhouse」³⁾라는 기사에서 로저 레벨은 자신의 주장을 구체적으로 기술하고 있는데, 이미 그 당시에 화석연료 사용으로 인한 대기 중 이산화탄소 농도 증가가 초래할 인류의 위험을 최초로 경고하면서, 약 50년 후 지구상 기후에 치명적인 영향을 줄 것이라고 예측하였다. 서기 2000년이 넘어선 시점에서 그의 예측은 그대로 현실화되었다. 레벨은 또한 대기 중 이산화탄소 함량을 측정하는 데 많은 노력을 기울였으며, 이 분야에 괄목할 만한 업적을 남기기도 하였다.

이 밖에 많은 환경운동가의 활동에 힘입어 1997년에는 교토의정서(Kyoto-Protocol)⁴⁾가 체결되고 2005년부터 시행에 들어갔으나 의정서 체결 당시 개발도상국으로 인정된 중국, 인디아, 브라질은 제외되었다. 또한 미국의 의정서 비준이 상원에서 만장일치로 부결되자 미국은 시행 전에 이 협정에서 탈퇴하였다. 연이어 캐나다, 일본, 러시아도 탈퇴하면서, 결국 온실가스 생산에 중요한 원인을 제공하는 국가들의 불참으로 실효성이 의심되는 아쉬움을 남기며 2020년 말로 약정의 효력이 마감되었다. 하지만 세계 곳곳에서 나타나는 지구온난화의 증거들과 그로 인해 가까운 미래에 인류에게 도래할, 피할 수 없는 현실의 심각성을 지구상 거의 모든 국가가 인정하면서, 2015년에 파리협정(Accord de Paris/ Paris Agreement)이 체결되어 전 세계 대부분의 국가가 힘을 합치는 데 의견을 같이 하였다. 이 협정에는 지구상 가장 많은 온실가스를 생산하는 미국과 중국 두 나라와 교토의정서에서 제외되었던 인도, 브라질 등도 참여하였으며, 대부분의 나라가 2016년 말까지 협정에 대한 자국 내 비준을 완료하였다. 미국은 트럼프 정부가 들어서면서 2017년부터 이 협정에서 탈퇴하는 과정을 진행하였고, 공식적으로 2020년 11월 초 협정에서 탈퇴하였다. 그러나 이 글을 쓰고 있는 시점에 새로운 정보가 알려졌는데, 새로 취임한 바이든 대통령이 취임 첫날에 다시 파리협정으로 복귀하는 관계법령에 서명하였다는 소식이다.

3) https://de.wikipedia.org/wiki/Roger_Revelle의 참고 문헌 1. 참조.

4) https://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto_Protocol 참조.

지구온난화의 원인이 되는 화석연료를 사용하는 내연기관 차량을 대신하기 위해 대체기관(alternative engine)을 사용하는 차량의 개발이 꾸준히 진행되어 왔다. 과학적으로는 차량을 움직이기 위하여 많은 종류의 새로운 동력장치가 사용될 수 있으나, 현재 기술적 상황에서 상업적으로 사용 가능성이 있는 것은 당연히 배터리식 전기자동차(Battery Electric Vehicle: BEV)와 수소를 이용한 연료전지 자동차(Fuel Cell Electric Vehicle: FCEV)라고 볼 수 있다. FCEV는 흔히 수소차라고 혼용되어 불리고 있으나, 수소와 산소가 결합할 때 발생하는 전기에너지를 동력원으로 이용하므로 큰 범위에서는 전기차의 범주에 든다. 전기차(Electric Vehicle: EV)는 과도기적인 하이브리드(HEV, PHEV) 단계, 즉 내연기관과 배터리를 통한 구동모터를 병행하는 단계를 거쳐서 지난 수년간 짧은 시간 안에 순수 전기동력만으로 움직이는 승용차 및 상용차의 급격한 발전을 가져오게 되었다.

이 글에서는 오늘날 자동차 기술의 개발이 인류가 어느 방향으로 나아가기 위한 노력의 일환인가를 고찰해 본다. 그리고 인간의 편리를 위한 기술 발달과 그 부작용이 야기한 위협에서 벗어나기 위한 노력 간에 어떤 균형이 필요한가를 생각해 보도록 한다. 또한 이러한 방향이 인간의 노동과 일상생활에 어떤 영향을 줄 수 있는가에 대해서도 논의한다.

■ 기술 발전의 방향을 정하는 주요 요인들

독일을 포함한 유럽에서의 자동차기술과 관련된 움직임은 궁극적으로 친환경적이고 인권적이다. 기술개발은 산업계의 자율적이고 자유경제적인 동기에서 이루어지는 것이 사실이지만, 현대의 정치적·사회적 배경에서 집권 정부의 정치적 이념을 실현하거나 시대별로 국민이 지지하는 시대적 요청으로 나타나기 마련이다.

2005년 11월부터 출범한 메르켈 정부는 2021년까지 12년간 이어져 오고 있는데, 2009년부터 4년간 자유민주당(Freie Demokratische Partei: FDP)과의 연립내각을 제외하고는 메르켈이 당수로 있던 기독교민주당(Christlich Demokratische Union Deutschlands: CDU)과 제1 야당인 사회민주당(Sozialdemokratische Partei Deutschlands: SPD)과의 연정으로 대부분 이어져 왔다. 즉 기독교민주당의 중도·보수적 성격과 사회민주당의 사회·복지주의적 성

격이 연정을 이루어 정부의 정책을 시행해왔다. 이런 메르켈 정부가 환경과 관련한 기술적 결정에 있어서는 매우 단호한 조치를 취해왔는데, 후쿠시마 원전사고 이후 독일 내 모든 원전의 조기 영구 가동중지와 파리협정 시행을 위한 대책의 일환으로 2030년 이후 내연기관(internal combustion engine) 차량의 신규 등록 불허를 목표로 선언했던 점 등이 좋은 예이다. 원자력 발전을 사용하는 에너지 공급회사들의 법적 소송과 자동차산업 관련 단체들의 반발과 같은 반대에도 부딪치고 있으나, 현 독일 정부는 이 두 가지 큰 결정에 대해 원칙적인 입장을 지키려는 상황이다.

미국의 핵 전략가이며 사이버네틱스(cybernetics)와 미래학 전문가인 허먼 칸(Herman Kahn)이 1967년에 그의 동료와 함께 『The Year 2000』⁵⁾에서 시나리오라는 개념을 경제학에 도입한 이후, 전략수립을 위한 한 방법론으로서 시나리오 해석(scenario analysis)은 지금까지도 전략구축을 위한 방법으로 많이 사용되고 있다.

독일의 산업계에서는 통상적으로 시나리오 해석보다는 과거 통계를 기반으로 미래와 관련된 결정을 도출하는 것을 선호하는 경향이 뚜렷하다. 또한 벤치마킹(benchmarking) 방법에 관해서도 독일을 중심으로 한 자동차산업계는 그다지 높은 가치를 부여하지 않는 것으로 보인다. 그 이유는 자동차 종주국이라는 역사적인 배경도 있겠지만, 벤치마킹을 통해 얻을 수 있는 참고적인 요소와 이를 위해 필요한 시간과 노력 투자 대비 기업이 기술개발을 위해 얻을 이점들이 바람직한 균형을 맞춘다고 생각하지 않기 때문일 것이다. 오히려 혁신이라는 미래지향적이며 기술지향적인 기업철학과 연구정신이 산업과 기술개발을 주도해 나간다고 보는 견해가 지배적이다. 물론 어느 쪽이 더 효과적이고 더 나은 방법론인지 쉽게 단정할 수는 없다.

이런 배경에서 독일의 산업자료에는 예측을 비롯한 시나리오와 관련한 자료가 영미권의 산업계와 비교해서 상대적으로 많은 편은 아니다. 대체로 정부기관이나 연구기관들의 제한적인 미래예측들이 공개되어 있다. 이 글에서는 주로 독일 정부나 공공기관들이 발표한 자료를 통하여 자동차와 관련한 예측 가능한 요인들을 살펴본다.

5) Herman Kahn et al., *The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years*, 1967.

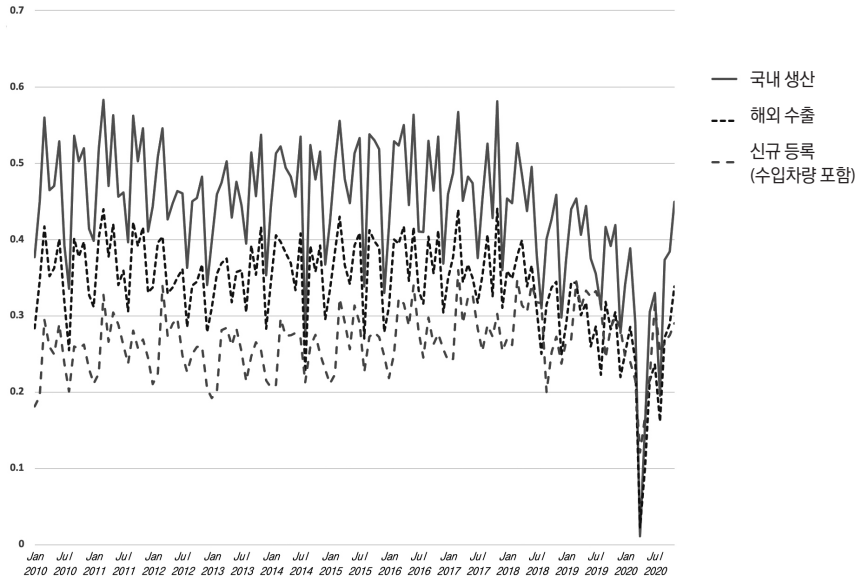
■ 코로나19의 영향과 독일 정부의 기술지원 정책

2020년에는 한 해 전반에 걸친 코로나19의 영향으로 글로벌 자동차산업의 향후 전망을 예측하기가 매우 어려운 상황이 전개되었다. 유럽의 자동차 주요 생산국 중 하나인 독일의 경우를 보면, 연방정부 교통부 산하 차량관리청(Kraftfahrt-Bundesamt : KBA)의 통계에 따르면 2020년 상반기 독일에서 등록된 신규 승용차는 121만 대로 전년동기대비 34.5%가 감소하였다. 독일 자동차산업협회(Verband der Automobilindustrie : VDA)의 분석에 의하면, 신규 등록뿐 아니라 독일 내 승용차 생산도 같은 기간 동안 150만 대에 불과하여 40% 감소하였다. 신규 등록에서는 통독 이후 30년 만에, 그리고 생산량에서는 지난 45년 만에 최악의 수치를 나타냈다. 2020년 하반기 상황 또한 매우 불안정했다. 여름 휴가철인 8월의 승용차 신규 등록 통계를 인용하면 총 25만 대로 전년동기대비 20% 감소를 보였으며, 여름 이후에 다시 증가한 코로나19 감염률이 가을을 지나 겨울로 접어들며 폭발적으로 증가하면서 하반기 회복에 대한 전망을 더욱 어둡게 하였다. 비록 하반기에 다소 증가세를 보이면서 연말인 12월에는 다시 일시적 회복세를 보이기도 했으나, 이는 독일 정부가 7월부터 연말까지 부가가치세를 3%p 할인하는 등의 경제지원 긴급조치 효과에 기인하였던 것으로 보이며, 독일 정부에서는 2020년 한 해 동안 전년대비 평균 약 25%의 승용차 판매 감소를 공식 견해로 인용하고 있다.

여기서는 독일 KBA의 자료를 바탕으로 작성된 MOONPARK Engineering의 그래픽 자료를 통해 코로나19가 독일 자동차산업에 가져온 영향을 살펴본다. [그림 1]은 2010년 이후의 독일 내 승용차의 월별 생산·수출·신규 등록 건수의 변화를 보여준다. 독일에서는 2020년 3월에 실시된 코로나19 확산 방지조치에 의하여 한 달간 생산·등록 중지에 가까운 상황이 발생하였으며, 위에서 언급했듯이 이를 심각하게 판단한 독일 정부가 7월 1일부터 6개월간 부가가치세를 19%에서 16%로 일시적으로 인하하면서 연말까지 회복세로 돌아설 수 있었다. [그림 2]에서 상용차에 관한 같은 기간의 영향을 살펴보면 승용차만큼 심각하진 않으나 역시 6톤급 이하의 상용차에서 심한 등록 감소가 보였다. [그림 3]은 2019~2020년까지 최근 2년간 6톤급 이하의 상용차 상황을 자세히 나타내는데, 독일 내 코로나19 확산 방지 1차 봉쇄 조치가 실시된 직후인 2020년 4월에 생산중단과 이로 인한 수출차량의 급격한 감소를 볼 수 있다. 다만 신규차량의 등록건수는 같은 기간 1만 5천 대 가량으로, 이는 생산과 신규 등록의

[그림 1] 2010~2020년간 독일 내 승용차의 월별 생산, 수출, 등록 건수

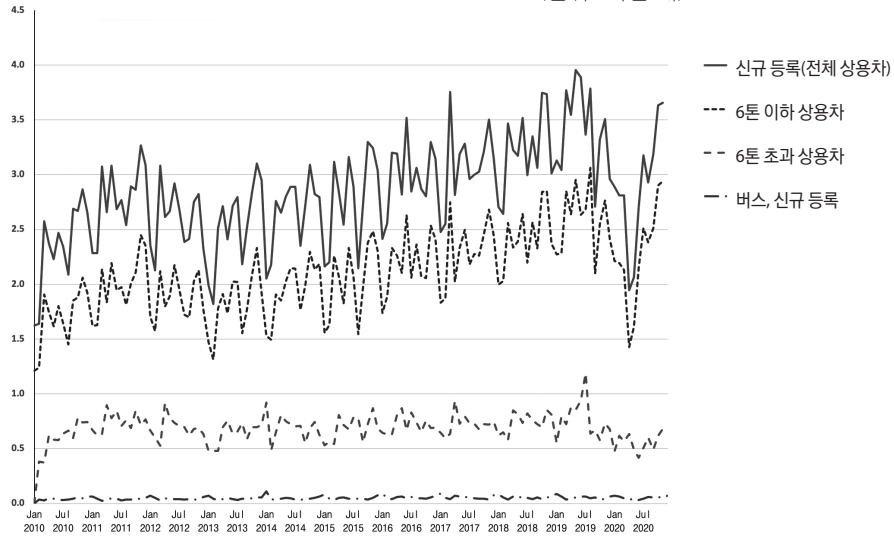
(단위: 백만 대)



자료: 독일 차량관리청(KBA); MOONPARK Engineering.

[그림 2] 2010~2020년간의 상용차의 독일 내 월별 등록 건수

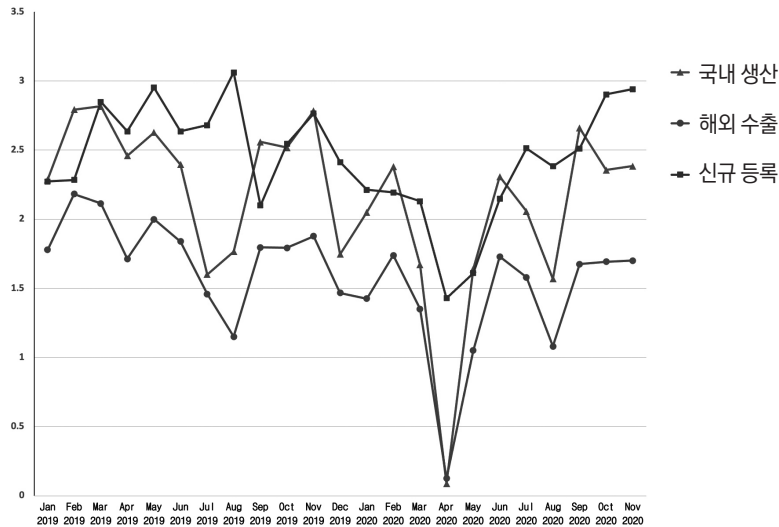
(단위: 백만 대)



자료: 독일 차량관리청(KBA); MOONPARK Engineering.

[그림 3] 2019~2020년간의 상용차의 독일 내 월별 생산, 수출, 등록
(6톤 이하)

(단위: 백만 대)



자료: 독일 차량관리청(KBA); MOONPARK Engineering.

시기가 반드시 일치하지는 않는다는 점과 신규 등록에 수입차량이 포함되는 상황을 고려하여 해석할 수 있다.

이러한 상황에서 코로나19의 영향으로 인한 침체를 극복하며 동시에 장기적 계획으로 추진되어온 기술 발전을 지원하기 위하여 독일 정부는 유례 없는 지원 예산을 집행하기로 합의하였다. 2020년 11월 17일에 열린 4차 고위 관계자 회의 결과를 경제에너지부 장관인 페터 알트마이어(Peter Altmaier)가 요약 발표한 내용⁶⁾에 따르면 독일 정부는 50억 유로(약 6조 7천억 원) 이상의 지원금을 2021년 초부터 집행하는데, 이는 코로나19 사태로 인한 일반적인 경기부양책으로 마련된 대규모 코로나19 구제금융과는 별도로 자동차산업의 각 분야별 친환경 차량과 이를 위한 인프라 확대를 위한 지원금이다. 온라인 비대면으로 열린 짧은 브리핑

6) LIVE Pressebriefing zum 4. Spitzengespräch der Konzertierten Aktion Mobilität on YouTube: <https://youtu.be/Z41TVzGcfug>

형식의 이 회의에는 언론계 등 많은 주요 인사가 초대되었으며 교통부 장관의 주관으로 환경부·경제에너지부·노동부의 장관이 각 입장과 합의 사항을 발표하였는데, 총 52억 유로를 친환경 상용차 구매, 미래차용 기술개발을 위한 펀드, 전기차 구매와 충전시설 확장을 위한 정부보조금, 친환경 자동차 기술과 관련된 중소기업 지원 등 명확한 용도별로 지정하여 분배하기로 하였다. 이를 통해 내연기관 대체를 위한 독일 내 지속적인 지원이 진행될 예정이다.

독일을 비롯한 유럽의 자동차산업계는 앞으로도 다음과 같은 주요 분야를 중점적으로 개발할 것으로 전망된다. 첫째 화석연료 사용을 지양하기 위한 대체 동력원의 개발이다. 당분간 전기자동차의 보급 확대가 그 근간을 이룰 것으로 전망되며 추가로 아래에서 살펴볼 수소를 이용한 동력장치의 장기적인 개발과 보급 확대가 뒤따를 것으로 전망된다. 두 번째 분야는 ICT산업 인프라 구축으로 인한 차량용 고속이동통신망의 보급과 함께, 인공지능(AI)의 급속한 발전으로 인하여, 자율주행 기술의 괄목할 만한 발달이 빠른 시일 안에 올 것이라고 예상된다. 이하 본문에서는 이 두 가지 기술과 관련된 세부 주제들을 다룬다.

■ 내연기관의 대체 방향

머리말에 언급한 배경에서 CO₂ 배출을 억제하며 인체에 유해한 배기가스 성분을 감소시키기 위한 노력의 일환으로 내연기관에 대해 장기간에 걸친 개선이 이어졌는데, 이는 유럽 연합의 배출 규제 기준인 「평균-차량-이산화탄소-배출 목표(average fleet CO₂ emissions target)」와 「유럽 배출 기준(European Emission Standards)」을 통하여 체제를 잡게 된다. 그 광범위한 내용 중, 승용차의 배기가스 표준에 관해 우선 살펴보면 2021년 1월부터 EURO 6d가 시행되고 있는데, 최근에 효력이 발생한 6d 도입부터 무엇이 달라지는가를 정확하게 설명하기 위해 독일 폭스바겐(vw)의 안내문⁷⁾을 인용하였다. 승용차에 관한 이 새로운 표준의 핵심 사항은 2021년부터 신규 차량등록 조건을 만족하는 차량은 지금까지 시험방법으로 시행해 왔던 WLTP(Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure) 외에 실제 차량 주

7) Abgasnorm: <https://de.wikipedia.org/wiki/Abgasnorm>의 참조문헌번호 21, 22 참고.

행테스트(Real Driving Emissions : RDE)로 측정된 질소산화물(NOx)이 WLTP를 통한 측정치의 1.43배를 넘지 말아야 한다는 것이다. 이 규정은 가솔린엔진과 디젤엔진에 공통으로 적용되나, 특히 디젤엔진의 규제에 초점이 맞추어져 있다.

디젤엔진은 CO₂ 배출 측면에서는 가솔린엔진보다 양호하나, 상대적으로 많은 양의 질소산화물과 수소 및 탄소의 화합물로 인한 유해물질을 많이 생성하면서 온실가스와는 별도로 시민들의 건강을 직접적으로 위협하는 추가적인 문제를 일으켰다. 따라서 지난 수년 동안 독일 안에서도 탄소 상한선을 규제하는 문제와 함께 디젤엔진의 유해가스를 제한하기 위한 조치들이 강구되어 왔고 EU 회원국으로서 규제 표준을 조율하는 데 영향을 미쳤다. 유럽 각국이 이와 같은 내연기관의 사용을 금지하려는 계획을 세우고 그 구체적인 실천 방향에 관하여 매우 다양한 방법을 구상하고 있는데, 실행 방안으로는 크게 내연기관을 사용하는 신규 차량등록을 금지하는 방안과 일정한 구간으로의 차량 진입금지로 나누어 볼 수 있다.

독일의 경우 이미 2018년과 2019년을 거치며 주요 도시에서 디젤차량 진입규제가 이미 시행되고 있다. 또한 2021년 1월부터 EURO 6d를 만족하지 못하는 모든 승용차는 신규 차량등록을 할 수 없게 된다. 그러나 실제 시행 상황은 매우 복잡하며 일목요연하게 보이지는 않는데, 이는 작은 규모 사업장의 생업에 필요한 상용차 등 예외적인 허용 조항, 도시 내 주소지에 거주하는 시민이 운행하는 차량에 대한 예외 조항 및 유동적인 기상조건과 관련된 시행 조건들이 도시별로 또는 지방자치주별로 다르게 운행되고 있어서 실제로 언제 어디서 어떤 차량이 운행하지 못하는가는 현지 시민들조차도 정확하게 이해하지 못할 때가 많다. 그러나 2030년까지는 대부분의 유럽 내 많은 주요 도시에서 내연기관을 사용한 차량을 진입금지 조치할 계획이 세워져 있는 것이 사실이다.

앞에서 언급했던 시나리오 해석의 한 예로, 향후 수십 년간 대체기관 자동차 점유율을 예측하는 자료를 인용하기로 하겠다. 독일 경제에너지부의 위탁으로 실시된 상당기간의 연구를 통해 발간된 「자동차 부가가치 2030/2050(Automobile Wertschöpfung 2030/2050)」이란 보고서⁸⁾를 보면 2050년까지의 시나리오를 유추하기 위한 네 가지 전제조건을 설정하고 있으며, 그 조건들은 다음과 같다.

8) Univ.-Prof. Dr. Marcus Hagedorn(IPE GmbH) et al.(2019.12), "Automobile Wertschöpfung 2030/2050".

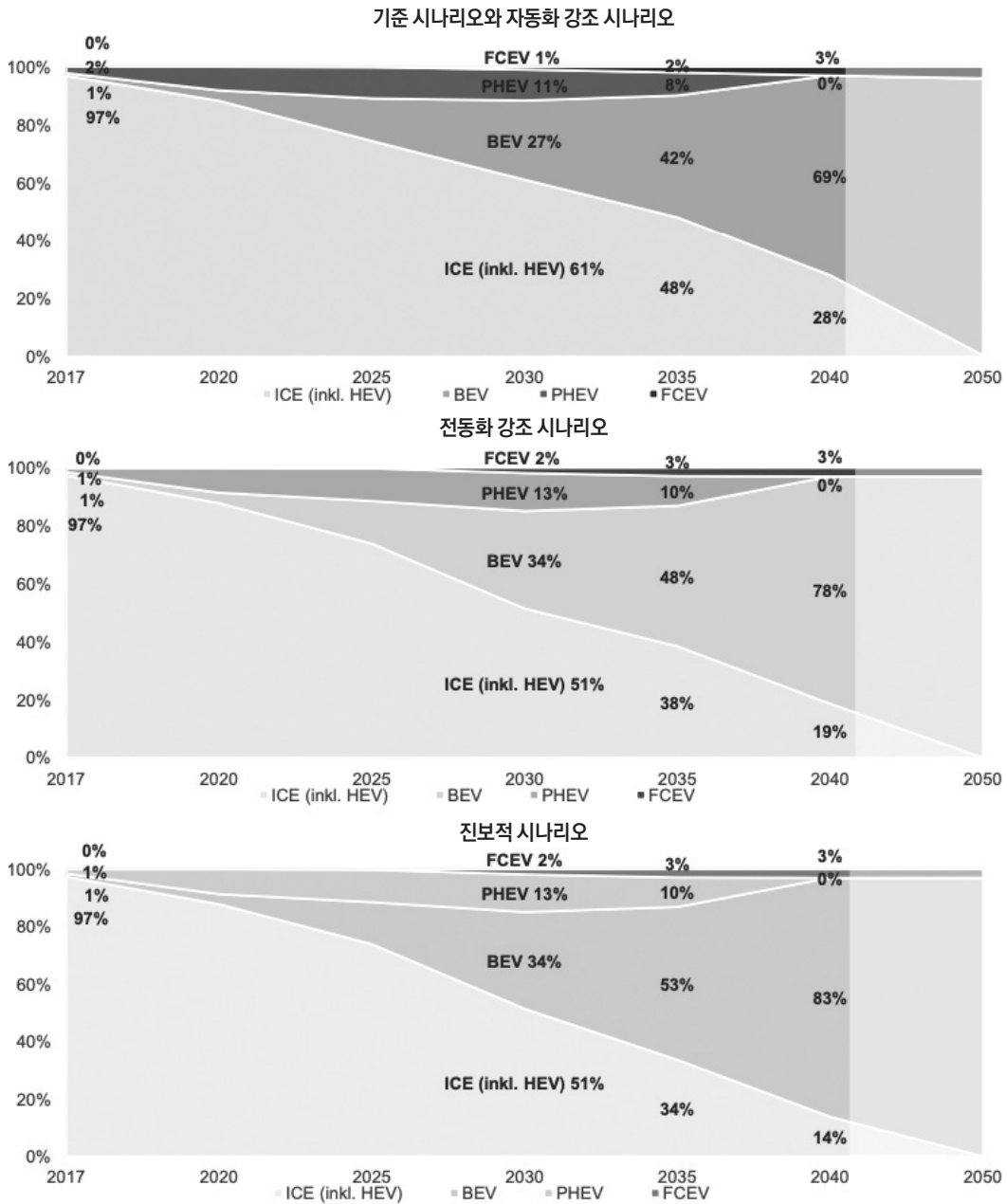
- ① 기준 시나리오(reference scenario): 기존의 제도와 상황에 기초한 자동화와 전동화가 진행될 것을 고려
- ② 자동화 강조 시나리오(strong automation scenario): 기준 시나리오에 자동화가 더 강화될 것을 고려
- ③ 전동화 강조 시나리오(strong electrification scenario): 기준 시나리오에 전동화가 더 강화될 것을 고려
- ④ 진보적 시나리오(progressive scenario): 기술발전과 함께 시장조건, 전동화 및 자동화 요소들이 모두 강화될 것을 고려

이들 시나리오를 나타낸 [그림 4]의 상기 가정 중에서 ①과 ②를 함께 묶고, ③과 ④를 각각 따로 예측하였다. 이 시나리오들은 공통적으로 독일 자동차산업에서 2040년까지 배터리를 이용한 배터리식 전기차(BEV)는 전체 생산차량의 50%를 크게 상회할 것으로 예측했으며, 지금 상대적으로 많이 사용되고 있는 플러그인 하이브리드(PHEV)는 그때까지 사라질 것으로 예측하였다. 기존 내연기관(ICE, HEV) 차량의 생산점유율도 시나리오 조건에 따라서 30%에서 15% 이하까지 예상하고 있다. 다만 수소를 이용한 연료전지 자동차(FCEV)의 생산점유율은 3%로 예상하고 있다. 그러나 이 예측은 FCEV에 관한 급격한 기술적·경제적 변수가 발생할 상황이 오거나 예기치 않은 정치적 결정이 내려진다면 크게 변할 수 있을 것으로 생각된다.

또 다른 출처인 독일 차량관리청(KBA)을 통하여 2020년까지 최근 3년간 내연기관 차량 대비 대체기관 탑재 차량의 신규 등록 수를 비교해 보면, 아직 대체기관의 점유율은 미비한 수준이다. 독일 내 모든 대체기관 차량의 신규 등록 비율은 2018년 BEV 1%, HEV 3.8%, 2019년 BEV 1.8%, HEV 6.6%, PHEV 1.3%로 미비하다가 2020년에 급격한 변화를 통하여 모든 대체기관 탑재 차량의 비율이 전체의 1/4 수준으로 올라왔다. 그중 HEV를 제외한 진정한 의미의 전기구동장치를 탑재한, 즉 BEV, PHEV, FCEV를 합친 신규차량 등록이 전체의 13.5%까지 증가하는 상황이 되었다.

한편 향후 내연기관 차량의 신규 등록을 금지하는 방안은 결국 생산을 금지하는 방안과 일맥상통하는데, 이에 관한 각 국가의 로드맵은 자동차산업계 내 이익단체들과의 충돌 및 절충안 협의를 반복해 나가면서 총체적인 상황에서 볼 때 매우 유동적인 모습을 보이고 있다. 특히

[그림 4] 2017년 이후 2050년까지 독일에서 생산되는 승용차의 동력장치별 구성비에 대한 예측



주: BEV(배터리식 전기자동차), FCEV(연료전지 자동차), HEV(하이브리드 자동차), ICE(내연기관 자동차), PHEV(플러그인 하이브리드 자동차).

자료: 독일 경제에너지부, 각주8) 참조.

EURO 표준으로 계획 중인 EURO 7의 2025년 도입은 많은 자동차 관련 엔지니어로부터 내연 기관으로는 달성하기 어려운 기준으로 평가되며, 이 기준의 도입으로 인하여 본격적으로 새로운 동력장치 적용의 시기가 앞당겨지는 효과를 예상할 수 있다. 결과적으로 자동차산업계는 내연기관을 사용하는 기술에 대한 더 이상의 개발을 포기하고, 전기와 수소를 이용한 동력장치의 개선에 집중하게 될 것이다.

이 본문 하단에서 이 두 가지 기술과 에너지 전환에 관한 사항을 별도로 할애하여 살펴보기로 한다.

■ 모빌리티에 관한 논의

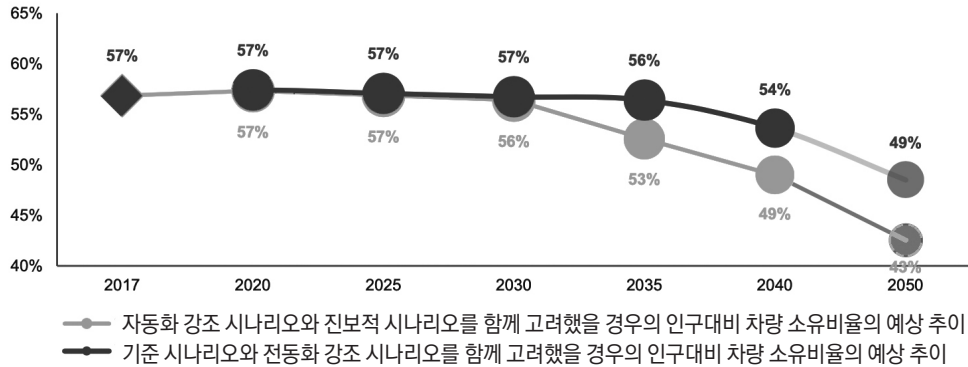
모빌리티라는 주제는 지금까지 자동차산업계 안에서 친환경적이고 친사회적인 개념 도입을 통하여 환경파괴의 한 존재로 보이는 자동차의 이미지 탈바꿈을 위하여 활용되어 왔으나, 최근 독일 내에서 점차 이동수단의 근본적인 재구성을 논의하는 것으로 발전하는 동향을 보이고 있다.

예를 들면 2020년에 전 세계의 에코시스템(ecosystem)에 영향을 준 코로나19의 여파로 대기오염의 일시적 회복이 눈에 띄는 현상이 나타났다. 이를 계기로 지금까지 매우 당연시되었던 자동차라는 필수 이동수단으로서의 존재가 이제는 대체가 가능한 2차적인 보조수단으로 가치전환이 이루어지는 과정이 활발히 논의되고 있다. 위에서 인용했던 경제에너지부의 보고서는 모빌리티에 관한 시나리오도 예측하였는데, [그림 5]에서 보는 바와 같이 상기 시나리오를 위한 가정 중에 자동화와 진보된 시나리오를 함께 묶고, 전동화와 기준 시나리오를 함께 묶어 예측하였다. 두 가지 경우 모두 차량 공유 보급 등의 이유로 인구 대비 차량소유의 비율이 장기적으로 감소할 것이라고 예측하였다.

독일연구지원재단(Deutsche Forschungsgemeinschaft : DFG)⁹⁾이 2020년 11월 17일에

9) DFG : Deutsche Forschungsgemeinschaft, 독일연구협회라고 번역할 수도 있으나, 연방정부의 기금을 통하여 연구과제들을 지원하는 독립적인 단체로서 연구기금의 성격이 더 강함.

[그림 5] 2017년 이후 2050년까지 독일의 인구대비 차량소유 비율에 대한 예측



자료 : 독일 경제에너지부, 각주8) 참조.

온라인으로 기획했던 관련 학술회의¹⁰⁾에서 진행된 패널 토론을 인용하면, 일부 참석자는 자동차의 제한 또는 심지어 축출을 위한 움직임을 강력하게 시사하고 있다. 비대면 실시간으로 진행된 토론에 맞춰 실시된 설문조사에서 현재 ‘어떤 이동수단을 가장 빈번히 이용하고 있는가’라는 질문에 [그림 6]과 같이 64.8%의 응답자가 ‘자전거’라고 대답하였다. 자가용은 20.4%, 대중교통수단은 14.8%가 응답했다. 이 같은 자전거에 대한 독일 내 선호도는 취미생활 또는 운동수단으로서 자전거 이용에 대한 기존의 개념을 넘어서서 시민들의 대표적인 이동수단으로 이용된다는 점을 보여주고 있다. 이러한 현상은 자전거에 관련된 사회적·정치적인 영향력의 확대에 유추해 볼 수 있다. 실제로 그에 관한 한 예로 독일에서 2020년 3월에 실시한 1차 코로나19 확산 방지조치, 이른바 봉쇄조치 시행 중에도 자전거 판매와 수리를 하는 자전거 전문점들은 자동차 정비센터와 동등한 필수시설로 취급되어 문을 열 수 있었다. 아마도 이런 움직임들이 정치적인 다수 의견으로 반영되어 지방자치단체의 의견을 넘어서 전국적인 규모로 법률개정이 확대된다면 다음과 같은 상황도 가정해 볼 수 있을 것이다. 기존의 도로 시스템을 차량이 아닌 자전거 위주의 도로 시스템으로 바꾸는 것이다. 즉 기존의 편도 2차선 이상 도로에서 중앙의 양방향 차선을 차량이 아닌 자전거를 위한 전용도로로 전환하고,

10) Online-Talk Science On: “Mobilität der Zukunft - Eine Welt ohne Autos?”, Youtube, Nov. 17 2020, <https://youtu.be/YTiewyI4A0>

[그림 6] 설문조사 결과(현재 주로 어떤 이동수단을 가장 빈번히 이용하고 있는가?)



자료 : <https://youtu.be/YITiewyI4A0>.

그 외 남는 도로를 차량 통행용으로 허용하는 획기적인 전환이 올 수도 있을 것이다.

한편 이러한 추세를 뒷받침하는 자전거 관련 기술의 발전도 빠르게 진행되고 있는데, 리튬 이온전지를 이용하는 전기모터 자전거 보급이 크게 확장되는 추세에 있다. 이는 자전거로 이동할 수 있는 거리를 확장하는 데 큰 도움이 된다. 한편 독일에서 대형 SUV에 대한 비판론이 활발하다. 그 한 예로 온라인 토론¹¹⁾에 출연한 한 토론자의 의견을 인용하면, 차량을 통한 이동 시 개인당 필요한 도로상의 3차원적 공간과 차량 무게에 관한 제한이 있어야 한다는 것이다. 근간에 대형 SUV가 독일뿐 아니라 전 세계적으로 유행했는데, 이에 관해 자동차산업계의 친환경성 결여와 소비자의 물지각성에 기인한 현상으로 보는 비판론이 점차로 증가하는 것을 볼 수 있다. 한 예로 최근 2019년에 열린 IAA¹²⁾자동차 전시회 기간 중에 전시회를 반대하는 SUV 반대론자들의 강한 시위가 전시장 앞에서 행해지기도 했다. 그 밖에 독일 정부에서 소음방지를 위해 일요일과 공휴일에 모터사이클 운행 제한 조치를 시행하려는 제안도 발표되었는데, 이러한 모든 주제는 타인에 대한 피해를 최소화하려는 인권적인 배경에서 이루어진 취지로 볼 수 있겠다.

이와 관련된 또 다른 사례로는 모터스포츠에 관한 비판들을 한 예로 들 수 있는데, 지난 수년간 F1 등 레이스카를 사용하는 스포츠는 많은 환경론자의 반대에도 불구하고 꾸준한 인기와 성장을 이어왔다. 여기서 핵심적인 논제는 스포츠 혹은 레저, 엔터테인먼트 기능으로서의 차량 이용 대비 그것이 환경에 미치는 부정적 영향에 관한 문제였다. F1 경주용 차량에 사용

11) Diskussion Wie muss eine Verkehrswende aussehen? <https://youtu.be/Yuz7of27ajI>

12) Internationale Automobil-Ausstellung : 격년제로 각각 승용차와 상용차를 대상으로 독일에서 열리는 산업전시회.

되는 첨단기술의 모든 센서와 데이터의 저장 및 이용 사례는 실제로 최근에 사용되는 빅데이터 처리 기술의 한 응용분야로서 커다란 역할을 한 것도 사실이다.

■ 에너지원 전환 문제와 관련한 FCEV와 BEV의 비교에 대한 고찰

글로벌 자동차산업계는 과도기적인 기간을 지나 이제 본격적으로 BEV와 FCEV의 보급이 시작되는 상황에 있다. EV로 표현되는 각종 전기동력 이용 차량 기술에 관해서는 이미 표준화 단계를 밟고 있을 만큼 수없이 다루어지는 공학적 테마이므로 여기서는 그에 관한 설명은 따로 다루지 않고, 앞으로 주류를 이루게 될 대표적인 두 가지 기술에 관한 상황을 비교·고찰해 보는 데 초점을 맞춘다.

우리는 130년 전 가솔린엔진과 디젤엔진이 출연하였을 때와 마찬가지로 두 가지 새로운 동력원의 도입을 앞둔 시대에 살고 있다. 여기서도 마찬가지로 두 가지 새로운 기술에 관한 각각의 장단점 그리고 장기적인 관점에서의 부작용 등을 생각해 볼 수 있다.

BEV는 동력원으로 사용되는 전기에너지가 어떻게 생산되었는가가 무엇보다도 중요한 문제이다. BEV를 움직이는 원천 에너지가 또 다시 화석연료를 사용하는 발전을 통해 공급되거나, 이 글에서는 다루지 않는 원자력 발전을 통해 생성되었다고 한다면, 이는 온난화 문제에 전혀 해결책이 되지 않거나 온실가스 생성과는 전혀 차원이 다른, 방사능 폐기물 증가를 초래하는 또 다른 부작용을 야기하게 될 것이다. 이를 조율하려는 독일 정부의 노력의 일환으로 BEV 충전장치의 보급 확대를 위한 정부보조금을 신청하려면 충전에 사용되는 전력이 100% 신재생에너지원에서 공급되어야 한다는 규정이 있다.

지금까지 100년 넘게 차량을 움직여 왔던 내연기관의 동력원을 대체하는 문제에서 배터리를 사용하는 BEV가 우선적으로 보급된 배경으로는 지난 수십 년간 중요한 통신수단인 휴대전화의 발달과 무관하다고 말할 수 없다. 이와 관련한 충전형 리튬이온전지의 기술적인 발전은 약 20년 전의 휴대전화 배터리가 차지하는 크기와 최근 사용되는 배터리의 크기 및 용량을 비교해 보아도 쉽게 짐작할 수 있다. 이는 지금까지 사용되었던 차량 구성 공간에서 내연기관을 위한 필수적인 모듈을 제거하고 얻을 수 있는 남은 공간에 차량 동력으로 사용할 배

터리와 그 부속품들을 대신 탑재하여 ‘얼마만큼의 거리를 한 번의 충전으로 갈 수 있는가’라는 단순한 공학적인 조건 비교를 통해 유추해 볼 수 있다. 같은 맥락에서 수소연료전지를 이용하는 동력장치도 향후 많은 가능성을 보여 주고 있다.

독일 VDI/VDE 공동 수소연료전지학회의 포코이스키(Martin Pokojski) 대표 등 총 19명의 회원이 공저로 발표한 보고서¹³⁾는 두 기술 간의 비교에 관한 다양한 조사를 보여주고 있다. 이 중 핵심 요소들을 발췌해 보면 다음과 같은 흥미로운 주제를 볼 수 있다. 이 보고서는 FCEV의 상대적인 장점으로 다음과 같은 사항을 열거하고 있다.

세계적으로 공용화된 수소 주입 시스템을 통해 빠른 수소 주입이 가능하다. 수소탱크를 채우기 위해서는 오늘날 주유에 필요한 시간과 유사한 3~5분가량이 소요되는데, 아직도 80%의 충전을 위해 20분가량이 필요한 BEV에 비해 유리하다.

한 번의 수소 주입에 의한 최대 주행가능거리와 출력이 BEV보다 우월하며, 겨울에 난방 사용 시 최대 주행가능거리가 감소하는 영향이 현저하게 작다.

물론 이 학회는 수소연료전지 차량을 장려하기 위한 목적을 갖고 활동하므로 FCEV에 매우 긍정적인 시각으로 접근할 수도 있다. 그러나 주유시간 등 객관적으로 입증할 수 있는 많은 유리한 점이 있음에도 불구하고, 왜 지금은 BEV의 개발과 보급이 주도하는 상황이 전개되고 있는가? 이유는 아마도 위에서 잠시 언급했듯이 이동통신기기에 사용되던 충전용 리튬이온전지의 발달이 큰 원인이 되었다고 볼 수 있다. 인류는 우연하게도 전혀 다른 분야의 기술 발달로부터 배기가스 없이 차량을 움직이며 쉽게 차량에 응용이 가능한 방법을 도입할 수 있었던 것이다. 그런 의미에서 한국이 LG화학, 삼성SDI 등을 통해 차량용 리튬이온전지로 초창기 국제시장을 선점할 수 있었던 상황은 한국의 미래차산업 발달의 향후 가능성에 있어 매우 고무적인 현상으로 봐야 할 것이다.

한편 이 두 가지 새로운 기술은 대량생산 과정에 투입되는 일부 천연자원들의 공급 상태에 종속될 가능성이 있는데, 이에 해당하는 중요한 원료들은 BEV를 위한 리튬(Li), 니켈(Ni), 코발트(Co)와 FCEV를 위한 플래티늄(Pt) 계열의 금속(PGM)들이다.

같은 보고서를 통해 살펴보면 앞으로 BEV와 FCEV의 보급에 영향을 미칠 또 다른 요인은

13) VDI/VDE-Studie Brennstoffzellen- und Batteriefahrzeuge, May 2019, Düsseldorf.

대량생산과 관련한 조건들이다. BEV의 경우는 배터리 생산을 위한 전 과정이 과연 신재생에너지를 사용하는 생산체계 안에서만 이루어지고 있는지 명확히 밝혀지지 않고 있는 상황이다. 이와 마찬가지로 FCEV를 위한 수소의 공급사슬에 관여하는 각 단계도 온실가스 생성에 어느 정도의 영향을 주는지 객관적으로 평가할 명확한 데이터가 아직 준비되어 있지 않다.

그 밖에도 에너지 밀도와 관련하여 BEV와 FCEV에 대한 상반된 이견이 분분한데, 이는 중량 에너지 밀도의 조건을 어떻게 고려할 것인가에 따른 비교적 복잡한 세부 내용이 비교되어야 할 것이므로 이 글에서는 다루지 않도록 한다. 하지만 여기서 중요한 한 가지 사실은 어떤 조건을 고려하여 계산하여도 현재의 기술로 실현 가능한 BEV와 FCEV의 어느 쪽도 가솔린 엔진을 사용한 경우의 에너지 밀도와는 비교도 되지 않을 만큼 효율이 낮다는 것이다. 여기서 향후 주류를 이룰 자동차 혁신 기술에 관한 딜레마가 다시 등장하게 되는 것이다.

즉 이것은 앞에서 언급했던 대체 에너지로의 완벽한 전환 과정을 위하여 아직도 명확하게 밝혀야 할 요소가 남아 있음을 의미하며, 이 과정들을 통하여 궁극적인 CO₂ 절감 효과를 볼 수 있는 생산 프로세스가 입증되었을 때, 그 기술의 확장과 보급은 더욱 가속화될 것이다.

그 외에도 BEV와 FCEV의 수명에 관한 문제와 아직 개발 중에 있는 주변 장치들, 배터리 냉각장치에 필요한 밸브와 펌프 등의 부품이 아직 대량생산 체제하에서 검증되지 않고 있다는 문제가 있으며, FCEV의 경우에는 대량생산을 통하여 얼마나 차량의 생산가를 줄일 수 있는가가 또 하나의 커다란 주제가 될 것이다.

FCEV 경우는 지금 내연기관 차량을 위해 이용되는 주유소만큼의 충전시설이 필요하게 되는데, 이 충전소에 수소를 공급하는 수송차량과 도로 공급망의 필요성이 BEV와는 또 다른 인프라를 요구하는 상황으로 나타난다. 상기 보고서에 의하면 기존의 주유소와 유류 운송차량의 비교적 간단한 전환을 통해 인프라 구축이 가능하다고 서술하고 있으나, 향후 일정기간 동안 이미 사용해온 내연기관 차량의 운행이 병행될 경우 이원화된 공급망을 구축하는 것 역시 산업생태계에 커다란 부담을 주게 될 것이다.

지금까지 살펴본 상황들과 같이 새로운 자동차기술이 향후 극복해야 할 커다란 과제가 아직도 많이 산재해 있다.

■ 자율주행과 인공지능에 관한 질문들

지금까지 인류의 생활을 편리하게 하는 방향으로 발달되어 왔던 중요한 기술혁신 중에서도 자율주행의 도입은 가장 급격하면서도 광범위한 효과를 가져 올 것이다. 먼저 지난 수십 년간 진행되었던 운전 조력장치의 발달을 보면 기계식에서 유압식으로, 유압식에서 전기-전자 방식으로 바뀌어 왔다. 운전자의 편리에 관한 기능적 발달 과정을 보면, 운전자는 먼저 유압장치를 통해 페달과 운전대 조작을 쉽게 하게 되었으며, 냉난방 장치를 사용해 더위와 추위로부터 보호되었고, 더 이상 옆자리의 동승자가 주행 중에 지도를 탐색하지 않아도 되게 되었다. 또한 페달을 밟지 않아도 등속으로 주행할 수 있으며 나아가 앞차와 자동으로 일정한 간격을 유지하며 따라 갈 수도 있어 잠시 운전대에서 손을 놓아도 주행차선을 벗어나지 않을 수 있게 되었다.

이런 운전자 조력시스템의 발달은 매우 빠르게 가속화되어, 결국 운전자를 운전이라는 작업으로부터 해방시키는 방향으로 가고 있다. 독일의 가장 큰 공학기술 관련 단체들인 독일 엔지니어협회(Verein Deutscher Ingenieur : VDI)와 독일 전기, 전자, IT기술협회(Verband Der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik : VDE)가 공동으로 운영하는 계측자동화기술학회(VDI-/VDE-Gesellschaft Mess-und Automatisierungstechnik : VDI-/VDE-GMA)는 산하에 자율시스템에 관한 분과를 두고 있는데, 이 분과에서는 2019년에 발표한 문헌¹⁴⁾을 통하여 인공지능과 자율시스템에 관해 다음과 같은 10가지 질문을 제시하였다. 이 공개 문헌을 통해 학회는 관련된 각계각층의 전문 분야로부터 그들이 던진 질문과 부연설명에 대한 전문가 의견을 모으고 있으며, 이를 바탕으로 학회의 의견을 담은 성명서 또는 보고서를 발표할 것으로 보인다. 이에 이 질문들을 살펴보는 것도 향후 자율시스템에 대한 시대적 요구 사항들을 고려하는 데 의미가 클 것으로 보인다.

질문 1: 자율시스템을 어떻게 통제할 수 있는가? 많은 사람이 자율시스템이 통제를 벗어날 수 있다는 것을 두려워하기 때문에 이 질문은 매우 중요하다. 따라서 사용자는 자신의 희망에 따라 언제든지 자율시스템을 비활성화하거나 자율시스템의 개입 강도를 줄일 수 있어야 한다. 이것은 다음 질문으로 이어진다.

14) “Künstliche Intelligenz und autonome Systeme: 10 offene Fragen”(2019.5.15).

질문 2: 자율시스템은 우리에게 얼마나 자율적이어야 하는가? 기술적 시스템의 독립성에 대하여 보는 관점이 매우 다를 수 있다. 예를 들면, 자동화를 통한 보조적 기능부터 포괄적인 자율운행에 이르기까지 자동차 분야와 산업 분야에서 다양한 ‘자율성’이 이미 정의되어 있다. ‘차량 자율주행 5단계’ 또는 ‘공장 자율 운행 6단계’와 같은 단계의 구분은 자율시스템에 대한 기대치가 무엇인지와 각 자율 단계가 무엇을 제공하는지 명확하게 이해하는 데 도움을 줄 것이다.

질문 3: 자율시스템을 자율적으로 만드는 방법은 무엇인가? 생각할 수 있는 모든 상황에 맞게 설계된 행동부터 스스로 ‘학습’하는 시스템에 이르기까지 매우 다른 개념이 있기 때문에 ‘방법’이 중요하다. 사용된 개념에 따라 자율시스템이 같은 상황에 대해 다른 진술을 할 수도 있다.

질문 4: 자율시스템의 동작은 어떤 동작이력추적성을 보장해야 하는가? 동작이력추적성(traceability)은 자율시스템에 대한 신뢰와 그에 대한 수용성을 증가시킨다. 자율시스템의 결정과 조치는 시스템 사용자가 이해하고 납득할 수 있어야 한다. 자율시스템이 자체 학습을 통하여 어떤 결정에 도달했다면 그 결정 과정을 명확하게 하고 그에 관한 근거를 제시할 수 있는 적절한 추가적 수단이 준비되어야 한다. 이상적으로는 이러한 수단이 도입 단계부터 자율시스템에 통합되어야 하고, 자율시스템은 스스로 내린 결과에 확신이 없을 경우 스스로의 판단으로 이를 보고할 수 있어야 한다.

질문 5: 자율시스템을 어떻게 비교할 수 있는가? 측정공학기술에서 ‘메트릭(metric)’이라고도 칭하는 비교의 척도는 시스템 선택에 도움이 될 수 있으며 자율시스템의 효율성, 신뢰성 및 안전성을 평가할 수 있다.

질문 6: 학습 자율시스템은 얼마나 신뢰할 수 있는가? 자율시스템은 신뢰할 수 있는 경우에만 허용되고 사용된다. 자율시스템은 학습을 통해 비슷한 상황에서 이전 결정과 다른 결정을 내릴 때가 있다. 자율시스템의 변경된 동작을 설명할 수 없는 경우 사람들은 이를 신뢰성 부족으로 인식할 수 있다.

질문 7: 자율시스템은 얼마나 효율적인가? 한편으로 자율시스템은 인간의 작업을 대신하며 편의와 안락을 가져다 줄 수 있다. 이것은 또한 원자재, 에너지 및 비용의 매우 구체적인 절감을 의미할 수 있다. 다른 한편으로는 자율시스템의 개발과 ‘훈련’에 필요한 노력을 고려

해야 한다.

질문 8: 자율시스템은 얼마나 안전한가? 많은 사람이 자율시스템이 자신을 위협에 빠뜨리는 잘못된 결정을 내릴 수 있다고 두려워한다. 따라서 자율시스템이 사람과 환경에 대한 안전과 관련해 지정된 요구사항을 위반하지 않도록 하는 메커니즘이 필요하다. 이것은 또한 시스템을 조작할 수 없음을 의미한다. 예를 들면, 훈련 및 입력을 위한 데이터를 임의로 변경하는 등의 조작이 없을 경우이다. 자율시스템에 대한 신뢰는 의도치 않게 판단에 영향을 받을 수 있는 경우가 발생하지 않을 경우에만 성립할 수 있다. 이상적으로는 자율시스템이 조작을 인식하고 신호를 보낼 수 있어야 한다.

질문 9: 자율시스템의 한계는 어디에 있는가? 자율시스템은 설계된 표준사례 및 설계규칙과 다른 상황을 어떻게 처리해야 하는가? 이런 경우 자율시스템은 인간에게 결정의 책임을 다시 돌려주어야 하는가? 그리고 이런 조치가 과연 가능할까? 왜냐하면 인간은 자율시스템에 익숙해지고 상황에 스스로 대처하는 방법을 이미 잊었을 수도 있기 때문이다. 다수의 자율시스템이 스스로의 한계 상황에 직면했을 때, 짧은 시간 안에 인간에게 결정과 조치를 돌려주어야 하기에 이 질문이 중요하다. 이를 위해서는 변경된 작업조건하에서도 견고하고 안전하게 반응할 수 있는 구조가 필요하다.

질문 10: 자율시스템이 따르는 가치는 무엇인가? 이 질문은 우리가 어떤 기술시스템이든 개발자가 설계한 대로 관련 법률·표준 및 규정을 준수하는 방식으로 운영되기를 바라고 때문에 특히 중요하다. 그러나 자율시스템의 자율성은 개발자가 의도한 것과 다른 작동을 가능하게 할 수도 있다. 그렇다면 자율시스템은 어떤 규정, 어떤 가치를 따라야 하는가? 그리고 우리는 어떻게 이러한 규정과 가치가 실제로 확실하게 준수되도록 할 수 있는가?

이상의 자율시스템에 관한 고찰들은 환경적인 요구사항이 내연기관과 관련된 법규 및 공학적인 요구사항을 강하게 규정하였듯, 향후 자율시스템에 요구되는 법률적·윤리적·기술적 조건을 규정하기 위해 고려해야 할 중요한 요인들이 될 것이다.

또한 자율주행은 오늘날 차량 운행자의 편리뿐만 아니라 자원의 효율적 사용의 차원에서도 그 가치가 긍정적으로 평가되고 있다. 자율화된 주행이 사람이 할 수 있는 수동적인 운행방식을 개선하여 좀 더 효율적인 동선·속도·가속을 스스로 구현할 수준이 된다면, 이는 결론적으

로 고효율적인 이동방법이 될 것이므로 이로 인한 에너지의 효율적 이용은 다시 자동차산업계의 가치사슬에 기여하게 된다. 하지만 한편으로는 안전에 대한 책임의 주체가 누구인가에 대한 법률적·윤리적 공방들이 당분간 끊임없이 이어질 전망이다.

■ 결론 및 시사점

이 글에서 고찰하는 바를 정리하기에 앞서, 먼저 독일의 철학자이며 현재 네덜란드 RUG 교수로 재직 중인 리자 헤르초크(Lisa Herzog)가 발간한 2019년 저서 『노동의 구원(부제: 정치적 호소)』¹⁵⁾에 나오는 한 부분을 인용하고 싶다.

“냉장고가 알아서 식료품을 주문해 주고 드론이 집까지 배달해 주며 최적의 식단을 알고리즘이 짜 주는 환경에 있는 사람은 더 많은 여유 시간을 즐기겠지만 직장을 잃은 다른 누군가는 조건 없이 지급되는 기본소득을 받아도 그 액수가 너무 부족하기 때문에 무료급식소를 출입해야 할지도 모른다. 전자는 자신이 개발한 소프트웨어로 특허를 받아 거기서 나오는 수익으로 생활하며 각종 로봇들에게 일을 시키지만 후자는 앱을 통해 일거리가 오기를 기다리고 있다가 언제든 즉시 달려 나갈 태세로 대기해야 한다. 전자는 만일 일을 한다고 해도 자유로움과 자기주도하에 할 것이며, 후자는 앱에 묶이거나 심지어 몸 안에 칩이 심어져 있어 모든 움직임과 쉬는 시간이 일일이 기록된다.

과연 미래에 이런 광경이 펼쳐질 것인가? 학교교육, 직업교육, ‘인적 자원’의 획득, 일하려는 강한 동기와 성과를 향한 굳은 의지, 이 모든 것들은 풍족한 삶을 보장하는 관찮은 직업이 있다면 더 이상 존재할 필요가 없어 보인다. 그런데 로봇과 알고리즘 및 인공지능이 가져다 주는 혁명이 과연 어떤 모습을 하게 될 것인가는 너무도 불분명하다. 한편으로 생각하면 장미빛 미래가 계속 펼쳐질 것도 같다. 귀찮은 잡일을 모두 기계에 떠맡기고 부의 생산에만 전념할 수 있게 될 것이라든가, 반대로 ‘단순직’뿐만 아니라 현존하는 전체 직업 중 40% 이상이 없어질 것이라는 예측이 떠돌기도 한다. 누가 과연 전자의 수혜자가 될지, 누가 후자에 해당할지

15) Die Rettung der Arbeit: Ein politischer Aufruf, Lisa Herzog, Hanser Berlin Verlag, 2019.

아무도 단정할 수 없다. 이는 꼭 그 답을 찾아야 하는 기초적인 질문들이다. 변화는 반드시 올 것이기 때문이다. 노동세계에 일어날 변화들은 정치 철학의 기본적인 질문들과 같다. 즉 더불어 사는 사회를 어떻게 조직할 것인가, 정의롭고 좋은 사회란 어떤 사회인가, 그리고 이를 위해 어떤 식으로 제도를 만들며 사회적으로 실천해 나갈 것인가에 대한 문제이다.

‘노동의 구원’이라는 말은 노동세계에 적용하는 사회적·법적 규범을 인간 존엄과 개인의 권리, 그리고 사회의 안녕에 대한 우리의 사고체계에 온전히 들어맞도록 만들어 나간다는 뜻이다. 이는 현재 디지털 변화를 주도하는 여러 세력들이 자유민주주의에 대한 우리의 생각에 역행하여 그들의 방식에 따라 임의로 사회를 변화시키도록 허용하지 않는 것을 의미한다. 표도르 도스토예프스키는 문명화 정도는 그 사회의 감옥이 어떤 모습을 하고 있느냐로 판단할 수 있다고 말했다. 반면 사회정의의 수준은 그 사회가 노동세계를 어떻게 대하는가, 그리고 더 이상 쓸모없는 것으로 판단된 노동자를 어떻게 취급하는가로 가장 올바르게 판단할 수 있을지도 모른다. 이 책이 전달하려는 것 중 하나는 민주주의를 향한 옹호와 믿음이며, 이것은 일자리 문제라는 문턱에 걸려 주춤해서는 안 된다. 오히려 정보화와 커뮤니케이션의 새로운 가능성이 열리는 앞으로의 디지털 시대에, 민주와 참여의 원칙을 지금보다 더 강하게 경제 부문에 적용하는 기회로 삼아야 한다고 이야기하고 싶다. 여기서 말하고자 하는 것은 새로운 규칙과 법을 도입하지는 것이 아니라 디지털화에 따른 새로운 방식의 감시와 통제가 열리는 이때, 어떤 규칙이 누구에게 통용될 것인가, 그리고 그 규칙이 얼마나 효과적으로 관철될 것인가에 대한 물음을 던지자는 것이다.”

자율주행의 보급은 노동구조의 시대적 변화에 큰 영향을 미칠 수 있는데, 이는 과거 100년 전에 마차를 모는 역할이 자동차의 출현으로 점차 사라져 버렸던 것과 매우 유사한 상황을 재현할 수 있다. 즉, 오늘날 수많은 운송과 운수업에 종사하는 차량운행이라는 노동의 한 형태를 전부 무력화할 수도 있다. 이미 지난 수년간 대단위의 생산시설 안에 적용되어온 자율물류시스템은 공장 생산시설의 내부적인 물류시스템을 자동화하면서 지금까지 전통적인 물류 방식에서 필요로 했던 많은 인력을 기계로 대체하는 상황을 가져왔으며, 산업용 로봇의 확장과 보급을 가속화했다. 이런 현상이 심화되면서 생산직 근로자들의 노동에 대한 역할도 갈수록 축소되고 있다.

현재 매우 각광받는 자율주행 기술의 사회적·노동생태계적 영향을 예측해 보면, 이 신기술은 단순히 운전자의 편리함을 넘어서 지금까지 자동차가 교통수단으로 쓰이기 시작하고 100년이 넘도록 인식되어 왔던 운전자의 책임과 한계에 관한 광범위한 사회적·윤리적·법률적인 토론을 야기할 것이다. 그럼에도 불구하고 이 새로운 방향의 기술개발은 궁극적으로 인간의 노동력 중 차량운행이라는 노동의 한 카테고리를 인간으로부터 분리시키며, 이 분야의 새로운 가치사슬을 형성할 것이다. 즉 이미 보편화되어 있는 물류체계의 자동화가 더욱 심화되면서 기존의 한정된 지역단위 안에서의 물류자동화를 넘어서 범지역적인 전자동화 물류방식이 도래할 것이다. 이는 역사적인 노동의 전환이라는 측면에서 리자 헤르초크가 지적한 대로 피하지 못하는 현상이 될 것이며, 이로 인하여 이 분야에서 이미 진행되었던 기술발전이 의한 인간 노동력의 대치현상은 더욱 확대될 것이다.

흔히 기술 발전은 인류 진화의 상징으로 생각되어 왔다. 즉, 각 분야에서의 끊임없는 기술 개발과 분야 간 융합을 통하여 새로운 시너지를 낳고, 새로운 산업생태계의 변화를 일으키며, 나아가 새로운 가치사슬 창조의 원동력이 된다는 견해가 주축이 되어 왔다. 이러한 눈부신 신기술 발달과 산업생태계의 급격한 진화는 증기기관을 이용한 1차 혁명, 헨리 포드로부터 시작된 2차 혁명, 앨빈 토플러가 '제3의 물결'로 명명한 제3차 산업혁명을 지나 디지털화로 대변되는 제4차 산업혁명의 진행선상에 와 있다. 하지만 석탄 연료를 사용해 증기기관을 처음 가동한 그 시기부터 신기술들은 끊임없이 사회적 또는 환경적 문제들을 야기하며 인류가 산업의 성장과 동시에 신속히 풀어야 할 과제들도 함께 가져왔다. 19세기 초, 영국 노동자들의 기계에 대한 반발, 20세기 초의 대량생산으로 인한 노동의 단순 정형화, 대기오염, 유연휘발유의 비도덕적 도입으로 인한 납중독, 지구 온난화 현상, 방사능 폐기물, 미세플라스틱에 의한 해양오염, 디젤 배기가스로 인한 대기 중 발암물질의 증가, 컴퓨터 바이러스, 사이버 테러, 암호화폐의 악용으로 인한 사회적 혼란, 가족의 대량생산 체제에 기인한 집단발병 등 수없이 많은 산업화의 부작용이 끊임없이 발생되어 왔다.

미래를 위한 금요일(Fridays For Future)¹⁶⁾과 같은 상징적인 활동을 통해 다음 세대가 우리에게 큰 책임에 대한 질문을 던지고 있다. 성장과 진화를 위해 앞만 보고 달려온 경주용 트랙

16) 편집자 주: 미래를 위한 글로벌 기후 파업의 일환으로 나타난 청소년 기후 행동이다.

에서 잠시 멈추어서서 차분히 가쁜 호흡을 가다듬고, 뒤로 돌아서서, 이제까지 숨차게 달려온 발자취 위에 여기저기 널린 쓰레기들을 치우기 위해 천천히 반대방향으로 걸어갈 시간이 찾아온 것이다. **KLI**

참고문헌

- Dipl.-Ing. Martin Pokojski et al., “VDI/VDE-Studie Brennstoffzellen- und Batteriefahrzeuge: Bedeutung für die Elektromobilität”, VDI/VDE, May 2019, Düsseldorf
- Herman Kahn et al., *The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years*, MacMillan Publishing Company, 1967
- Prof. Dr.-Ing. Alexander Fay et al., “Künstliche Intelligenz und autonome Systeme: 10 offene Fragen: Die Arbeitsgruppe ‘Autonome Systeme’ der VDI-/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik(VDI-/VDE- GMA)”, www.VDI.de/themen/kuenstliche-intelligenz-ki, May 2019
- Prof. Dr. Lisa Herzog, *Die Rettung der Arbeit: Ein politischer Aufruf*, Hanser Berlin Verlag, 2019, pp. 7-13
- Univ.-Prof. Dr. Marcus Hagedorn et al., *Automobile Wertschöpfung 2030/2050, BMWi*, (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) über Institut für Politikevaluation GmbH, 2019 Dec.

참고 매체

- Wikipedia: Roger Revelle, https://de.wikipedia.org/wiki/Roger_Revelle
- Wikipedia: Kyoto Protocol, https://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto_Protocol
- Wikipedia: European emission standards, https://en.wikipedia.org/wiki/European_emission_standards
- Wikipedia: Abgasnorm, <https://de.wikipedia.org/wiki/Abgasnorm>
- Youtube: LIVE Pressebriefing zum 4. Spitzengespräch der Konzertierten Aktion Mobilität, <https://youtu.be/Z41TVzGcfug>
- YouTube: Diskussion Wie muss eine Verkehrswende aussehen? <https://youtu.be/Yuz7of27ajI>