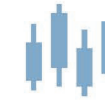
WP 23-11

초소형 전기차 기반의 모빌리티 서비스 보급 및 확산 방향

심지섭 국토연구원 부연구위원 (gis.up@krihs.re.kr)



KRIHS 국토연구원

※ 이 Working Paper의 내용은 국토연구원의 공식 견해가 아니며, 저자 개인의 의견입니다. 연구 내용에 대하여 궁금한 점은 저자의 이메일로 문의하여 주시고, 인용 시에는 저자 및 출처를 반드시 밝혀주시기 바랍니다.

차례

01 서론 05

02 초소형 전기차의 정의 및 종류 09

03 초소형 전기차 기반 모빌리티 서비스 사례 17

04 초소형 전기차 보급의 기대효과 25

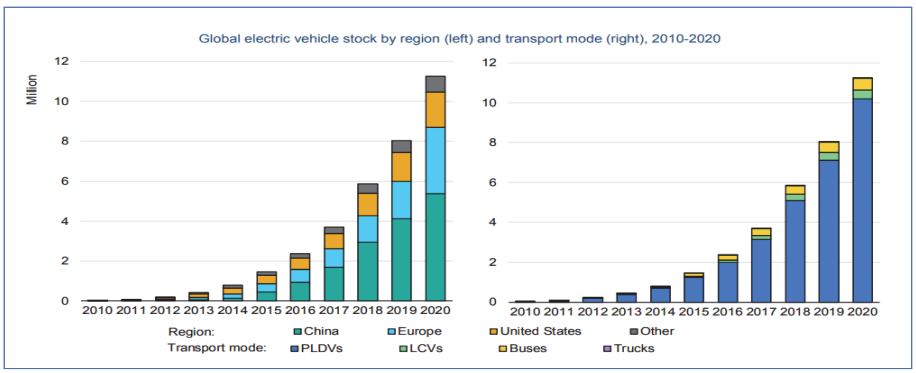
05 결론 및 정책제언 33

01 서론

■ 자동차 산업 패러다임의 변화

- 국제에너지기구(International Energy Agency: IEA)에서 발표한 글로벌 전기차 시장 동향(Global EV Outlook 2021)에 따르면, 다양한 유형의 전기차(Electric Vehicle: EV)가 2030년까지 지속적으로 확대 보급될 전망
  - 2020년 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)로 인해 글로벌 자동차 판매 시장이 16%가량 축소되었음에도, 전기차 판매 시장은 41%의 증가세를 보이며 1,000만 대가 넘는 전기차가 전 세계에 보급되었음(IEA 2021b)
  - IEA에 의하면 이와 같은 전기차의 강세는 3가지 요소가 맞물려 달성한 성과로 여겨지고 있으며, 1) 각국의 친환경 차량(Zero-Emission Vehicle: ZEV)을 위한 정책 강화, 2) 전기차 보조금을 통한 구매율 상승, 3) 전기차 모델의 다양화와 배터리 가격의 지속적인 하락이 주요 요인으로 꼽히고 있음

그림 1 전 세계 국가별·차종별 전기차 보급량 변화(2010~2020년)



자료: IEA(2021b).

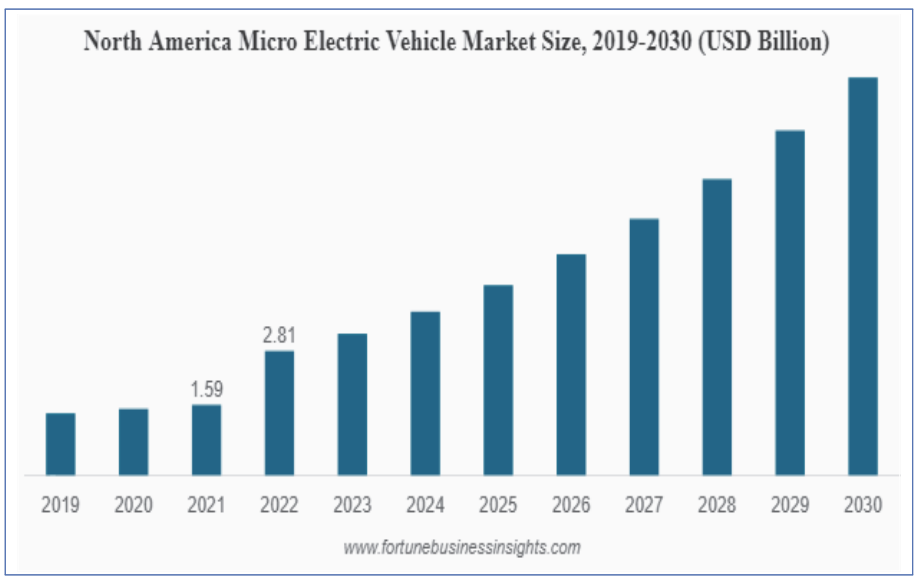
  - 글로벌 시장을 선도하는 대부분의 차량 제조회사에서는 중국·유럽을 중심 타깃으로 전기차 생산 및 공급을 공격적으로 늘려나가고 있으며, 일반 승용차·상용차·버스·화물차 등 모든 차종에 대한 전기차 보급량이 확대되고 있음

- 시장조사 전문업체인 SNE리서치에 따르면 2022년 세계 각국에 등록된 전기차의 총 대수는 전년 대비 61.3% 상승한 1,083만 대이며, 2023년 말에는 전 세계 전기차 보급량이 1,500만여 대에 이를 것으로 전망

■ 마이크로 EV 시장의 확대

- 전기차뿐만 아니라 마이크로 EV와 같은 경량 전기차 도입 목표 및 여러 가지 지원 정책을 각국 정부에서 수립하고 있으며, 산업계의 적극적인 新 모빌리티 수단 관련 시장 점유 의지와 맞물려 해당 부문 자동차 판매량이 계속해서 증가할 것으로 전망됨(IEA 2021a)
  - 전 세계 경량 전기차의 누적 보급 대수는 2020년 1,000만 대, 2025년 5,000만 대, 2030년 1억 4,000만대로 확대될 것으로 전망
  - 전 세계 경량 전기차의 연간 판매량은 2020년 300만 대에서 2025년 1,300만 대, 2030년 2,500만 대까지 확대될 전망이고, 전체 경량 자동차 판매량 중 전기차의 비율은 2025년 10%, 2030년 17%에 달할 것으로 예상
  - 중국 및 유럽에 비해 비교적 전기차 판매 및 보급량에서 약세를 보이는 북미 지역에서도 경량 전기차에 해당하는 마이크로 EV 시장의 규모는 점진적으로 확대되고 있으며, 특히 골프 카트 등 특수 목적용 차량에 대한 도입이 크게 확대되고 있음

그림 2 북미 지역 마이크로 EV 시장 규모(2013~2030년)



자료: Fortune Business Insights(2023). https://www.fortunebusinessinsights.com/micro-electric-vehicles-ev-market-103474 (accessed October 22, 2023).

■ 초소형 전기차에 대한 국내 인식

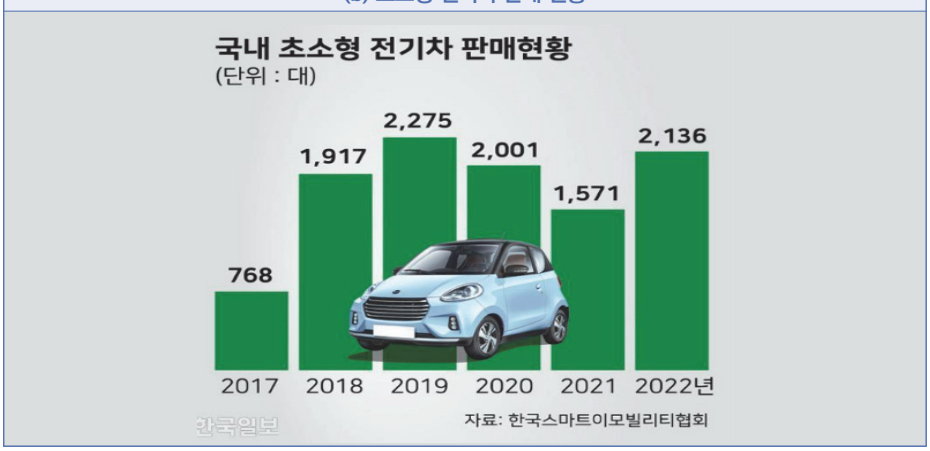
- 국내에서는 초소형 전기차를 필두로 마이크로 EV의 도입이 점차 늘어나고 있었으나, 초소형 전기차의 확산을 가로막는 규제 및 제한된 소비자 수요 등 新 모빌리티 수단으로서의 기능을 수행하기엔 여전한 장벽이 존재함
  - 새롭게 차량을 구매하는 실수요자들에게 초소형 전기차는 낯선 이동 수단으로 여겨지고 있어 인식 제고가 필요한 상황
  - 초소형 전기차는 2023년 승용 기준 지자체별 친환경 차량 구매 보조금 정책에 따라 약 700~1,300만 원 정도의 구매 가격대를 형성하고 있으며, 이는 경차보다 저렴한 수준이나 차량 성능 등을 고려할 때 차량 구매에 결정적 영향을 미치는 요소가 되긴 어려움
  - 일반적으로 초소형 자동차는 낮은 배터리 용량으로 인한 주행거리의 제한, 출력 및 속도 제한으로 인한 운전 성능의 부족, 사고 발생 시 차량 안전에 대한 우려 등 차량의 매력을 저하하는 요소가 다수 존재

그림 3 국내 초소형 전기차 판매사별 주요 모델 및 초소형 전기차 판매 현황

(a) 초소형 전기차 판매사별 주요 모델

마이브 M1 (전기 승용) | CEVO_C SE (전기 승용) | MASTA HIM (전기 화물) | MASTA VAN (전기 화물)

(b) 초소형 전기차 판매 현황



자료: (a) 무공해차 통합누리집. https://ev.or.kr/nportal/buySupprt/initSubsidyTargetVehicleAction.do (2023년 11월 20일 검색);
(b) 한국일보(2023). https://m.hankookilbo.com/News/Read/A2023050515520004156 (2023년 11월 6일 검색).

■ 초소형 전기차 기반의 모빌리티 서비스

- 전술한 초소형 전기차에 대한 부정적 인식에도 불구하고, 초소형 전기차는 소형 이동 수단으로서의 틈새 수요와 장점이 명확히 존재
- 초소형 전기차는 개인용·친환경·접근성·공유형·기술융합과 같은 新 모빌리티 수단의 주요 키워드에 대응하는 특성을 갖추고 있음
  - 초소형 전기차를 활용하는 모빌리티 산업분야 및 이동서비스가 신규 개발되고 있으며, 모빌리티 신산업의 여러 가지 키워드와 연계되어 응용이 가능함
  - 이에 본 연구에서는, 현재 도입 초기 단계에 있는 초소형 전기차 기반의 모빌리티 서비스와 관련된 현안을 진단하고 향후 나아가야 할 보급 및 확산 방향에 대해 고찰하고자 함

표 1 교통수단의 주요 키워드에 대응하는 초소형 전기차 특성

키워드	요구 사항	초소형 전기차의 특성
개인용	고령화 및 1·2인 가구 증대 등 사회 현상에 대응하는 이동수단	1·2인용/소형물류 등
친환경	글로벌 환경규제 강화 대응 및 환경 보호에 적합한 이동수단	전기구동 이동수단
접근성	First-Last Mile 접근성이 뛰어나며 수단 간 연계가 용이한 이동수단	모빌리티 연계성↑
공유형	MaaS 등 공유 및 사용 개념의 사회적 도구로서의 이동수단	공유서비스 융합성↑
기술융합	IoT 기술 융합형 연결(Connectivity) 구현이 가능한 이동수단	新 BM 융합성↑

자료: 나종관(2021)을 기반으로 저자 재구성.

02 초소형 전기차의 정의 및 종류

■ 초소형 자동차 및 초소형 전기차의 정의

- 초소형 자동차는 현행 법규상 「자동차관리법 시행규칙」의 별표 1[1]에 따라 아래와 같은 조건을 만족하는 승용차 혹은 화물차로 정의
  - 배기량이 250cc(내연기관자동차) 혹은 최고정격출력 15kW(전기자동차) 이하이며, 길이 3.6m 이하, 너비 1.5m 이하, 높이 2.0m 이하를 만족하는 자동차
  - 「자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙」[2]에 따라 **초소형 승용 자동차의 공차중량 600kg(승용) 혹은 750kg(화물) 이하**를 만족하는 자동차
  - 또한 「환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정」[3]에 따라 1회 충전 주행거리 55km 이상(「자동차의 에너지소비효율 및 등급표시에 관한 규정」), 최고속도 60km/h 이상을 만족하는 승용 또는 화물 자동차를 초소형 전기차로 분류
- 우리나라는 2018년 6월 「자동차관리법 시행규칙」상 경차를 초소형과 일반형으로 분리하였으며, 2023년까지 수차 법령 개정을 거쳐 승용 및 화물용 초소형 자동차의 분류 기준 수립
  - 초소형 자동차는 차량 특성상 원동기장치자전거와 비교되기도 하는데, 국내에서 초소형 자동차를 운전하기 위해서는 원동기 면허가 아닌 2종 보통 이상의 면허가 필요함
  - 르노(Renault) 社의 1인승 초소형 승용 전기차인 트위지(Twizy)가 국내에 도입되면서 2017년 도로 주행 관련 조항이 최초 수립되었으며, 해당 조항의 주요 내용으로는 **초소형 자동차의 자동차 전용도로 진입 금지** 등이 있음
  - 초기 도입 당시 초소형 전기차는 차량 성능 및 안전장치 수준이 일반 승용차에 비해 현저히 낮았으나, 현재는 초소형 전기차의 제작 수준이 크게 높아져 초소형 전기차의 법적 분류 및 관련 법·조항에 대한 재검토 필요성이 대두되고 있음(디지털데일리 2023a; 디지털데일리 2023b; 전자신문 2021)

1) 자동차관리법 시행규칙. 2023. 국토교통부령 제1216호(5월 25일 일부개정). 별표 1(2021년 8월 27일 개정).
2) 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙. 2023. 국토교통부령 제1277호(11월 23일 일부개정).
3) 친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정. 2023. 산업통상자원부고시 제2023-203호(10월 31일 일부개정).

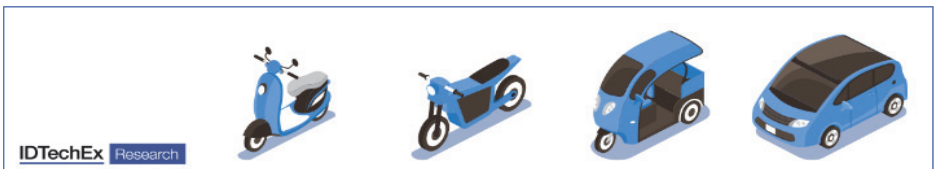
표 2 「자동차관리법 시행규칙」에 따른 초소형 전기차의 정의 및 분류

종류	경형		소형	중형	대형
	초소형	일반형			
승용 자동차	배기량 250cc 이하 (최고정격출력 15kW 이하), 길이 3.6m, 너비 1.5m, 높이 2.0m 이하	배기량 1,000cc 미만, 길이 3.6m, 너비 1.6m, 높이 2.0m 이하	배기량 1,600cc 미만, 길이 4.7m, 너비 1.7m, 높이 2.0m 이하	배기량 1,600cc 이상 2,000cc 미만, 길이·너비·높이 중 어느 하나라도 소형을 초과하는 것	배기량 2,000cc 이상, 길이·너비·높이 모두 소형을 초과하는 것
화물 자동차	배기량 250cc 이하 (최고정격출력 15kW 이하), 길이 3.6m, 너비 1.5m, 높이 2.0m 이하	배기량 1,000cc 미만, 길이 3.6m, 너비 1.6m, 높이 2.0m 이하	최대적재량 1톤 이하, 총 중량 3.5톤 이하	최대적재량 1톤 초과 5톤 미만이거나, 총 중량 3.5톤 초과 10톤 미만	최대적재량 5톤 이상이거나, 총 중량 10톤 이상

자료: 자동차관리법 시행규칙. 2023. 국토교통부령 제1216호(5월 25일 일부개정)를 바탕으로 저자 재구성.

- 해외 시장에서의 초소형 전기차는 일반적으로 마이크로카(Microcar)로 분류하며, 국가별로 마이크로카의 상세 분류 기준은 다르나 대부분 경차보다 무게가 가볍거나 크기가 작은 자동차를 총칭하고 있음
  - ATV로 일컫는 전지형차량(All Terrain Vehicle)이나 마이크로카는 모두 경차보다 작은 초소형 자동차로 분류되나, 차량의 제형이 일반적인 사륜형 자동차에 가까우면 마이크로카로 주로 분류
  - 전 세계적으로 대부분의 마이크로카는 내연기관 차량이 아닌 전기 모터 기반의 구동 방식을 취하고 있으며, '사륜형 마이크로카 = 초소형 전기차'로 인식되고 있음

그림 4 르노 트위지 초기 콘셉트카 및 양산형 모델



	Electric scooter	Electric motorcycle	Electric three-wheeler	Electric microcar
Top speed (km/h)	40-80	80-200	50	40-100
Range (km)	60-120	100-200	100-200	150-200
Battery (kWh)	1-2	4-8	5-15	10-20
Motor power (kW)	0.5-4	>4	2-8	20-50
Weight (kg)	100-150	150-250	300-800	500-800
Cost (US$)	$800-$2,000	>$4,000	Varied	>$10,000

자료: IDTechEx(2023).

■ 초소형 자동차 및 초소형 전기차의 정의역사 및 초소형 전기차의 발전

- 초기 내연기관 차량은 대부분 현재 초소형 자동차의 기준에 부합하는 소형 차량이 많았으나, 현대의 초소형 자동차는 주로 내연기관 차량이 아닌 전기자동차 형태로 생산되고 있으며 특수 차종으로 인식되고 있음
- 내연기관 초소형 자동차는 시트로엥의 2CV 초기형 모델, 피아트 500 초기 세대 모델, 스바루 360, BMW의 이세타와 같이 1950년~60년대에 최초 개발된 차량이 대부분임
  - 널리 알려진 바와 같이, 전기자동차는 내연기관차보다 빠른 시기(1800~1900년대 초반)에 최초 개발되었으나 1900년대 초 배터리 기술의 한계로 인해 사장되었고, 친환경성 등의 효과를 위시하여 1990년대 이후 재조명되었음

그림 5 1950~1960년대 내연기관 초소형 자동차의 주요 모델

프랑스 시트로엥 2CV(1948~1960)

이탈리아 피아트 500 D(1960~1965)

일본 스바루 360(1958~1970)

독일 BMW Isetta 300(1956~1962)

자료: Citroën 2CV. https://en.wikipedia.org/wiki/Citro%C3%ABn_2CV#/media/File:Paris_-_Bonhams_2013_-_Citro%C3%ABn_2CV_A_-_1950_-_002.jpg (accessed November 8, 2023); Fiat 500. https://en.wikipedia.org/wiki/File:Paris_-_RM_Auctions_-_5_f%C3%A9vrier_2014_-_Fiat_500_D_-_1963_-_002.jpg (accessed November 8, 2023); Sbaru 360. https://en.wikipedia.org/wiki/File:1958_Subaru_360_01.jpg (accessed November 8, 2023); BMW Isetta 300. https://en.wikipedia.org/wiki/Isetta#/media/File:BMW_Isetta_300_shot_in_Bad_T%C3%B6lz,_Germany_circa_1987_sideview.jpg (accessed November 8, 2023).

- 내연기관 형식의 초소형 자동차가 널리 보급되던 1950년대 경에는 전기차 개발 및 보급이 거의 진행되지 않았으며, 현대적인 의미의 전기자동차가 본격적으로 도입된 2010년대 초부터 초소형 전기차가 새롭게 등장하기 시작함
- 초소형 전기차는 프랑스의 자동차 제조사인 르노에서 2012년부터 보급하기 시작한 초소형 전기차인 트위지의 약진과 함께 큰 대중적 인지도를 얻었음
- 르노 트위지의 성공과 함께 개인형 이동 수단 형태의 e-모빌리티 시장이 큰 폭으로 성장하면서, 전기오토바이, 전기자전거, 초소형 전기차 등을 이용한 공유 모빌리티 서비스가 세계 각국에서 도입되기 시작함

그림 6 르노 트위지 초기 콘셉트카 및 양산형 모델

르노 트위지 Z.E. 콘셉트카(2009)

르노 트위지 양산형 모델(2012~)

자료: 위키피디아. 르노 트위지. https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%A5%B4%EB%85%B8_%ED%8A%B8%EC%9C%84%EC%A7%80 (2023년 11월 8일 검색).

- 전 세계 전기차 시장에서 가장 큰 폭의 판매량 증가와 시장 성장을 기록하고 있는 중국을 중심으로, 우링(Wuling) 社의 초소형 전기차인 홍광 Mini EV가 테슬라(Tesla) 社의 모델 3을 제치고 글로벌 전기차 판매 1위를 달성하기도 함
  - 우링의 홍광 Mini EV는 르노 트위지와 같은 초기 초소형 전기차가 갖고 있던 단점(냉/난방 공조 시스템, 차량 편의 기능, 탑승인원 제한 등)을 대폭 개선하여 전 세계적으로 엄청난 판매량을 기록함
  - 출시 가격은 한화 약 500만 원 선으로 충분한 가격 경쟁력을 확보했다는 평가를 받았으며, 에어컨 및 공조 장치, 파워 윈도, 오디오 장치, 수납공간 등 차량에 필요한 다양한 기능을 모두 갖춰 중국을 중심으로 선풍적인 인기를 끌게 됨
  - 초소형 전기차임에도 최고속도 100km/h 및 최대주행거리 170km를 기록할 만큼 차량의 성능을 대폭 개선하였고, 소비자의 구매 욕구를 상승시키는 다양한 디자인 라인업을 출시하여 2022년 기준 누적 판매 90만 대 이상을 기록함

그림 7 우링 홍광 Mini EV의 모델 라인업

자료: Wuling. https://www.wuling.com/evmcrgb.html (accessed November 8, 2023).

■ 국내외 초소형 전기차의 종류 및 제원

- 이처럼 초소형 전기차가 포함된 저속 전기자동차 및 전기 유틸리티 자동차 시장은 연평균 약 5% 이상의 고성장을 보여왔으며(노기한 2021), 우리나라도 2018년 이후 다양한 중소·중견 기업이 초소형 전기차 시장에 뛰어들었음
  - 우리나라 초소형 전기차 시장은 2017년 르노 삼성의 트위지 판매를 시작으로 2023년 현재 마이브, 쎄보모빌리티, 마스타전기차, 스마트솔루션즈 등 여러 중소·중견 업체들이 참여하여 승용 및 화물용 초소형 전기차를 판매하고 있음
  - 기술적 진입 장벽이 존재하던 내연기관 자동차 시장에 비해 초소형 전기차 시장은 중소기술 업체의 네트워크형 참여가 가능해짐에 따라 다양한 회사가 출현하였음. 그러나 급변하는 시장 상황 등과 맞물려 중소형 업체의 파산·매각 등 격변의 시기가 도래함
  - 상기한 르노 트위지 역시 2022년 단종되어 국내 판매가 중단되었으며, 홍광 Mini EV는 국내에 정식 출시조차 되지 않았음. 국내에서 보조금 지급이 가능한 형태로 판매되고 있는 초소형 전기차는 소수에 불과함
  - 초소형 자동차는 자동차 전용도로를 주행할 수 없는 현 상황으로 인해 화물 및 상용차로서의 활용도가 매우 제한적인 상황이며, 이에 따라 초소형 전기차에 대한 신규 개발 및 투자가 지속적으로 이뤄지지 않고 있음

표 3 국내 판매 주요 초소형 전기차 모델 및 제원

구분/모델명		Twizy (단종)	SMART EV Z (경차)	마이브 M1
OEM명		르노	스마트솔루션즈	마이브
사진				
외관	전장	2,338	2,820	2,845
	전폭	1,237	1,530	1,500
	전고	1,454	1,520	1,565
윤거	전후	1,094/1,080	1,330/1,315	1,285/1,330
	축간	1,686	1,765	1,815
배터리 용량/전압		129Ah/52.5V	26.1kWh	10kWh
최대 출력		12.6kW	33kW	13kW
공차 중량		495kg	-	595kg
최대 토크		5.8kg/m	-	90Nm
최고 속도		80km/h	105km/h	80km/h
1회 충전거리		100km	(상온)150.0km (저온)133.7km	52.9~56.9km
충전시간(완속)		약 3.5시간	약 4시간	약 5시간
출시가		1,500만 원	2,750만 원	1,650만 원
OEM명		쎄보모빌리티	쎄보모빌리티	디피코
사진				
외관	전장	2,430	2,430	3,405
	전폭	1,425	1,425	1,435
	전고	1,550	1,550	1,905
윤거	전후	1,250/1,225	1,250/1,225	1,260
	축간	1,575	1,575	1,205
배터리 용량/전압		8.07kWh	10.16kWh	13.44kWh
최대 출력		14.8kW	15kW	15kW
공차 중량		590kg	590kg	〈750kg
최대 토크		120Nm	111Nm	-
최고 속도		80km/h	80km/h	80km/h
1회 충전거리		(상온)66.7km (저온)70.4km	(상온)75.4km (저온)63.8km	(상온)65.3km (저온)46.4km
충전시간(완속)		약 3시간	약 4시간	약 4시간
출시가		1,450만 원	1,690만 원	2,068~2,316만 원

표 3 국내 판매 주요 초소형 전기차 모델 및 제원 (계속)

구분/모델명		포트로-탑	포트로-픽업	Masta HIM
OEM명		디피코	디피코	마스타전기차
사진				
외관	전장	3,405	3,405	3,580
	전폭	1,435	1,435	1,490
	전고	1,905	1,860	1,590
윤거	전후	1,260	1,260	1,490
	축간	1,205	1,205	-
배터리 용량/전압		15.7kWh	15.7kWh	12.96kWh
최대출력		15kW	15kW	-
공차중량		〈750kg	〈750kg	745kg(적재량 200kg)
최대토크		-	-	-
최고속도		80km/h	80km/h	72km/h
1회 충전거리		79.5km~96.4km	79.5km~96.4km	64.8~65.0km
충전시간(완속)		약 4시간	약 4시간	-
출시가		2,068~2,316만 원	2,068~2,316만 원	1,290만 원

자료: 디피코. http://potro.co.kr/top-2022/ (2023년 12월 22일 검색); 마스터전기차. http://masta-ev.co.kr/main/page.html?pid=3 (2023년 12월 22일 검색); 마이브. http://www.maiv.co.kr/carIntro (2023년 12월 22일 검색); .스마트이브이. http://smart-ev.co.kr/Z (2023년 12월 22일 검색); 쎄보모빌리티, https://www.cevo.co.kr/1a607b7b88b44e7685b5981557054e2d# (2023년 12월 22일 검색); Renault Group. https://www.renaultgroup.com/en/news-on-air/news/twizy-2/ (2023년 12월 22일 검색)를 참조하여 저자 작성.

- 아울러 우리나라는 차종 구분에 따른 도로 주행 기능의 분리 등으로 인해 초소형 전기차의 국내 보급 및 확산이 지연되고 있는 실정이며, 초소형 전기차의 활용 목적에 부합하는 모빌리티 서비스를 개발하여 신규 차량을 활용할 필요성이 높아지고 있음

- 중국 지리자동차(Geely Automobile Holdings Ltd) 계열의 소형 전기차 브랜드 즈더우(Zhidou)의 초소형 전기차인 D2의 경우, 한국 쎄미시스코(現 스마트솔루션즈)를 통해 초소형 전기차로 등록되어 출시되었으나 최대속도 등 차량 제원 개선(SMART EV Z)을 통해 경차로 등록되어 현재 우리나라 자동차 전용도로를 주행할 수 있게 되었음. 이처럼 법적 규제를 벗어나는 경우에 한해 초소형 전기차 시장의 변화가 일어나고 있음

- 반면 해외 초소형 전기차 시장에서는 르노 트위지의 후속 모델에 해당하는 모빌라이즈(Mobilize, 르노에서 구독 서비스 등을 목적으로 설립한 자회사) 社의 듀오(DUO)가 개인 구독/임대 방식으로 판매될 예정이며 다양한 유형의 출시 서비스를 예고하고 있음

- 시트로엥(Citroën)의 에이미(Ami), 토요타(Toyota)의 C+팟(C+pod)은 2020년 출시되어 현재까지 꾸준한 인기와 수요층을 확보하고 있으며, 피아트(Fiat)의 토폴리노(Topolino), 오펠(Opel)의 록스-e (ROCKS-e) 등 기존 초소형 전기차의 파생형 모델들도 활발히 출시되고 있음

그림 8 해외 판매 주요 초소형 전기차 모델

프랑스 시트로엥 에이미(Ami)

이탈리아 피아트 토폴리노(Topolino)

일본 토요타 C+팟(C+pod)

독일 오펠 록스-e(Rocks-e)

자료: Citroën Ami(Electric vehicle). https://en.wikipedia.org/wiki/File:2021_Citroen_Ami.jpg (accessed December 22, 2023); Fiat Topolino. https://en.wheelsage.org/fiat/topolino/fiat_topolino (accessed December 22, 2023); Toyota C+Pod. https://toyota.jp/cpod/images/grade-car-1.png (accessed December 22, 2023); Opel Rocks-e. https://www.opel.de/content/dam/opel/master/vehicles/rocks-e/16x9/opel_rocks-e_gallery_exterior-back-left_16x9_ro22_e01_007.jpg?imwidth=1920 (accessed December 22, 2023).

03 초소형 전기차 기반 모빌리티 서비스 사례

1) 해외 초소형 전기차 기반 모빌리티 서비스 사례

■ 유럽의 초소형 전기차 및 e-모빌리티 관련 프로젝트

- EU의 **STEVE**(Smart-Taylored L-category Electric Vehicle demonstration in hEterogeneous urban use-cases) **프로젝트**에서는 초소형 자동차로 분류되는 EL-V와 같은 새로운 모빌리티 수단을 통합 활용하여 e-MaaS 구축을 목표로 하고 있음
  - 유럽에서는 EU의 자동차 분류 기준에 따라 EL-V 혹은 쿼드리사이클(Quadricycle)로도 분류되는 사륜구동 방식의 초소형 자동차·전기차 관련 프로젝트를 다수 수행하고 있음(Innovation Place 2022)
  - 그중 하나인 STEVE 프로젝트는 1) 초소형 전기차 및 관련 서비스에 대한 상세한 시장 분석, 2) 게임 방식의 인센티브 부여 및 고객 중심 서비스 구현, 3) 초소형 전기차 기반 광범위 서비스 개발 및 실증, 4) 실상황 시나리오에서의 초소형 전기차 운용 분석 및 정책 개발 연구를 수행함
  - STEVE의 초소형 전기차 기반 모빌리티 서비스 도입은 2017년부터 2021년까지 이탈리아의 토리노(Torino) 및 베나리아(Venaria), 오스트리아 필라흐(Villach), 스페인 칼비아(Calvià)의 4개 시범 지역에서 이루어졌으며, 이탈리아 OEM 업체의 개발 차량을 이용한 파일럿 테스트를 수행하였음
  - 해당 프로젝트의 컨소시엄에서는 대기업이 기본 기술을 제공하나, 차량 개발 및 서비스에 대한 대부분의 역할을 중소기업이 설계·운영하고 현지 공급망에 깊게 관여한다는 점에 주목할 필요성이 있음

그림 9 이탈리아 베나리아 지역에서 STEVE 프로젝트에 활용 중인 초소형 전기차

자료: Vem Solutions. https://www.vemsolutions.it/en/news/steve-an-european-project-today-the-keys-of-the-electric-quadricycles-are-handed-over-to-the-mayors-of-turin-and-venaria/ (accessed November 20, 2023).

그림 10 EU Horizon 2020의 STEVE 프로젝트 소개 자료

자료: European Commission CORDIS. https://cordis.europa.eu/project/id/769944/reporting (2023년 11월 20일 검색).

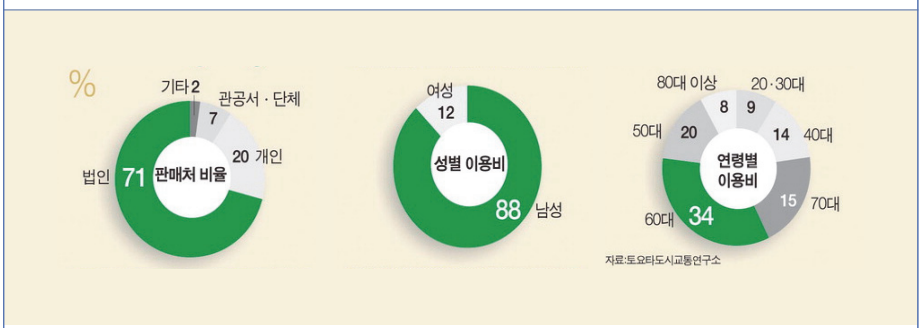
■ 일본의 초소형 전기차 기반 모빌리티 서비스

- 일본의 토요타 社는 2012년부터 일본 아이치현 토요타 시에서 도시형 개인 교통 최적화를 위한 **하모**(Ha:Mo, Harmonious Mobility: Ha:Mo) **프로젝트**를 추진한 바 있음
  - 하모 프로젝트에서는 토요타 자회사인 토요타 오토바디(Toyota Auto Body)가 제작한 콤스(COMs) 초소형 전기차 및 전기 삼륜차인 아이로드(i-Road)를 활용해 도시 내 단거리 이동을 위한 카셰어링 서비스를 실시하였음
  - 토요타의 하모 프로젝트는 일본 토요타 시뿐만 아니라 일본 도쿄, 프랑스 그르노블, 동남아 일부 지역 등에 걸쳐 다양한 프로젝트 환경을 조성하여 실증 연구를 수행하였으며, 일반인, 전문가 및 유명 인사 등을 포함한 100명의 참가자에게 차량을 제공하고 차량 제조 시의 수정·추가 사항 등에 대한 피드백을 수렴(한국자동차공학회 2021)

- 토요타 시의 하모 프로젝트에서는 고령 운전자가 운행하기에 적합한 모빌리티 서비스 모델로서 해당 카셰어링 서비스가 적극 활용되고 있으며, 도입 이후에도 토요타 시에서 하모 관련 교통사고가 거의 발생하지 않는 것으로 나타남

그림 11 일본 토요타 시 하모 프로젝트의 카셰어링 스테이션 전경 및 이용 현황

일본 토요타 시 하모 프로젝트의 카셰어링 스테이션 전경



일본 내 초소형 자동차(COMS) 이용률

자료: 국제신문(2018). https://www.kookje.co.kr/news2011/asp/newsbody.asp?code=0300&key=20180910.22010014034 (2023년 11월 20일 검색).

- 일본에서는 하모 프로젝트 이외에도 교통 인프라가 부족한 지역의 교통 약자를 지원하기 위한 소형 e-모빌리티 도입 실증 사업을 여러 차례 수행한 바 있음
- 또한 관광객을 위한 차량 공유 서비스, 대중교통 연계 서비스, 공공시설 교통 지원 서비스 등 다양한 목적을 지닌 초소형 전기차 기반의 실증 사업이 추가 수행되었음

표 4 일본의 초소형 전기차 활용 실증 사업

지역	사업 시기	도입 차량 종류 (대)	실증 목적
쿠메지마	2014~2018	COMs (30)	고령자 지원 자율주행 이동수단
요코하마	2013~2015	Twizy (50)	One-way 카셰어링
토요타	2012~2015	COMs (100), I-Road (100)	환승형 다수단 연계 서비스
도쿄 센트럴	2015	I-Road (5)	환승형 다수단 연계 서비스
미야코지마	2014~2016	MC-β (10)	신재생 에너지 활용
쓰쿠바	2011~2015	Segway, Winglet (8)	로봇형 모빌리티 실증 연구
토와다	2011~2015	Twizy (3)	차량 통행금지 구역 이동수단 연구
타테바야시	2011~2012	μ-TT2 (2)	고령인구 이동수단 지원
사이타마	2014	MC-β (14)	탄소배출 절감효과 평가

자료: Frost & Sullivan(2015).

2) 국내 초소형 전기차 기반 모빌리티 서비스 사례

■ 우체국 우정사업본부 초소형 전기차 전환 사업

- 2017년 말 정부 산하 우정사업본부에서는 '집배물류 혁신전략'을 통해 전국에 운용 중인 15,000여 대의 일반 이륜차(오토바이)를 2018년 1,000대, 2019년 4,000대, 2020년 5,000대에 걸쳐 총 1만 대의 초소형 전기차로 전환하는 계획을 발표
  - 초소형 전기차의 적재중량은 약 250kg에 달하는 반면 이륜차의 적재중량은 60kg 이하로 집배원의 1일 업무 물량을 적재하기 어려운 수준인 까닭에 초소형 전기차의 전격적인 도입이 예정되었음
  - 아울러 집배원의 안전사고 감축과 근로여건 개선을 위해 과학기술정보통신부 및 환경부와 업무협약을 맺고 국가 보조금을 포함한 예산을 확보하기도 하였음(전자신문 2020)
  - 그러나 2018년 국정감사에서 지적된 외산 전기차의 유입과 전기차 보조금의 해외 유출 등을 이유로 시범운영 및 성과분석 이후의 도입으로 사업계획이 일부 변경되었으며, 2019년 994대, 2021년 310대 등 총 1,304대만 도입되었음(정보통신신문 2022)
  - 우정사업본부의 초소형 전기차 전환 사업을 위해 2,000억 원가량의 대규모 투자를 감행했던 국산 초소형 전기차 생산업체들은 예정된 발주 물량의 급격한 축소로 인해 생산시설 시설 투자비, 부품 재고, 인건비 부담 등을 떠안게 되어 위기를 맞음
  - 국내 초소형 전기차 생산업체들이 다수 참여한 사업으로서 자체 기술 개발, 일자리 창출, 산업 분야 확대 등 긍정적인 요소가 많아 향후에도 공공 서비스 부문에 초소형 전기차를 활용하는 사례가 확대될 필요성이 있음

그림 12 우체국 집배원 안전사고 감축 및 근로여건 개선 등을 위해 도입된 초소형 전기차

자료: 우체국과 사람들. http://www.postnews.kr/cpost_news/sub_read.asp?cate=28&BoardID=7853 (2023년 11월 21일 검색).

■ 산업통상자원부 초소형 전기차 산업 및 서비스 육성 실증 지원 사업

- 산업통상자원부에서는 2019년부터 초소형 전기차 산업의 확대 및 관련 모빌리티 서비스 육성을 위해 실증지원 사업(R&D)을 수행하였음
  - 해당 사업에는 「초소형 전기차 실증 및 산업육성 체계 구축(주관: 한국자동차연구원)」, 「초소형 전기차 기반 대중교통 소외지역 이동지원 서비스 실증(주관: 한국IT기반환경융합기술연구조합)」, 「'초소형 전기차 기반 배달/근거리 서비스 실증(주관: KST일렉트릭)」, 「초소형 전기차 기반 공공분야 이동지원 서비스 실증(주관: 마스타자동차)」, 「초소형 전기차 기반 모빌리티 연계형 이동서비스 실증(주관: 쏘카(2019~2021)/한국과학기술원(2022~2025)」 의 세부 사업이 포함

그림 13 산업통상자원부 초소형 전기차 산업 및 서비스 육성 실증지원 사업 개념도

자료: 시민의소리. https://www.siminsori.com/news/articleView.html?idxno=211288 (2023년 11월 21일 검색).

- 해당 사업은 전라남도 영광군이 전략적으로 육성하고 있는 e-모빌리티 산업에서 핵심적인 역할을 맡고 있으며, 5개 세부 사업이 연합하여 영광군 및 제주도 등을 중심으로 초소형 전기차 실증 클러스터를 구축하고 각 사업별 수십~수백 대의 실증 차량을 운영
- 초소형 전기차 기반의 이동서비스 모델을 신규 개발하고, 배달·물류·교통취약지역 개선·공공 서비스 지원·다수단 환승 지원 등 다양한 활용 분야에 걸쳐 국내 차량 개발 업체 및 연구개발 기관이 직접 참여하여 서비스를 개발했다는 점에 의의가 있음

• 실증 서비스의 목적이 명확한 대중교통 소외지역/배달·근거리/공공지원 모빌리티 서비스와 달리, 모빌리티 연계형 이동서비스 실증 사업은 초소형 전기차 기반의 다양한 이동서비스 모델을 개발하여 실증 사업을 수행 중

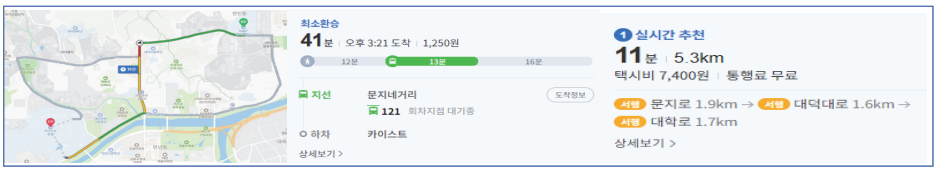
- 2019년부터 2021년까지 쏘카(Socar)에서 주관하고, 2022년부터 한국과학기술원(KAIST)에서 주관하여 수행 중인 해당 사업에서는 주요 모델로 캠퍼스형 이동서비스, 관광형 이동서비스, 통근·생활형 이동서비스 등을 개발

그림 14 쏘카의 초소형 전기차 기반 공유 모빌리티 서비스

자료: 쏘카 블로그. https://blog.socar.kr/10418 (2023년 11월 21일 검색).

- 해당 사업에서는 대학 내 캠퍼스 간 이동(대전 KAIST), 기차역 주변 관광지 연계(목포 KTX역), 산업단지 기반 통근 지원(제주 첨단과학기술단지) 등 초소형 전기차의 활용 목적에 부합하면서 초소형 전기차에 대한 수요가 존재하는 지역과 서비스를 발굴하여 2022년 한 해 동안 70여 대의 초소형 전기차 차량을 통해 3,900여 건의 통행 서비스를 제공
- 대전 KAIST 캠퍼스형 이동서비스 모델의 경우 두 개 캠퍼스를 잇는 통행수단으로 초소형 전기차를 도입하여 학생들의 이동 편의성 및 효율성을 높이는 역할(대중교통 이용 시 40분 이상, 초소형 전기차 이용 시 10~15분 통행시간 소요)을 수행
- 해당 사업을 수행한 전문가 인터뷰에 따르면 캠퍼스형·관광형·통근형·생활형 등 다양한 이동서비스 모델에 대한 이용자의 만족도 역시 매우 높은 것으로 나타남

그림 15 한국과학기술원(KAIST)의 초소형 전기차 기반 캠퍼스형 이동서비스 모델



주: 대전 KAIST 본원과 문지캠퍼스 간 대중교통 및 일반 차량 이용 시 이동시간 비교.

자료: 네이버 지도. https://map.naver.com/p/directions/14182025.4260585,4354645.5676831,KAIST%20%EB%AC%B8%EC%A7%80%EC%BA%A0%ED%8D%BC%EC%8A%A4,11617813,PLACE_POI/14177744.2676857,4351898.8735007,%EC%B9%B4%EC%9D%B4%EC%8A%A4%ED%8A%B8%20%EB%B3%B8%EC%9B%90,11591654,PLACE_POI/-/transit?c=14.00,0,0,0,dh (2023년 12월 22일 검색).

3) 현안 진단 및 시사점

- 국내외에서는 초소형 전기차의 특장점을 활용한 다양한 초소형 전기차 기반 모빌리티 서비스가 개발되었으며, 여러 가지 실증 사업을 통해 효과성을 검증해왔음
  - 일본 사례의 교통 취약계층 이동지원
  - 유럽 사례의 관광지 연계·생활권 내 이동서비스
  - 우체국 우정사업본부의 공공 서비스 지원
  - 산업통상자원부의 초소형 전기차 기반 산업 및 서비스 육성·지원
- 초소형 전기차는 특히, 1) 친환경성, 2) 경제성, 3) 도심지 내 이동성의 측면에서 큰 장점을 가지므로, 효과에 대한 상세 분석을 통해 향후 초소형 전기차 기반의 모빌리티 서비스를 도입하기에 적절한 영역과 제도적 보완책을 찾을 필요성이 있음
  - 초소형 전기차는 대중교통이 갖고 있는 한계점(First-Last Mile 문제 등)을 극복할 수 있는 대체수단으로서 활용 가치가 높음
  - 기존 서비스 사례에서 나타난 바와 같이 초소형 전기차는 개인 구매에 의한 보급 확대보다 공공서비스 및 공유 모빌리티 형태로의 서비스 개발이 주요할 것으로 판단됨
  - 다만 현행 도입에 있어 적절한 활용처를 찾지 못하고, 초소형 전기차 기반 모빌리티 시스템의 비즈니스 모델 등이 확립되지 못하여 보급에 제한이 있음
- 초소형 전기차 보급 시의 장점을 시뮬레이션 등을 통해 정량적으로 분석하고, 현재 보급 및 확대를 제한하고 있는 법·제도적 문제점을 검토하여 향후 활용 방안에 대해 면밀히 검토할 필요성이 있음

04 초소형 전기차 보급의 기대효과

1) 개요

■ 초소형 전기차 이용 시의 부문별 기대효과

- 초소형 전기차는 앞선 모빌리티 서비스 사례를 통해 살펴본 바와 같이 친환경성, 도심지 내 이동성, 경제성 측면에 큰 장점이 있으며, 해당 부문별 초소형 전기차의 보급에 따른 주요 기대효과는 다음과 같음
  - **[친환경성]** 초소형 전기차는 글로벌 환경규제 강화에 대응할 수 있는 최적의 교통수단으로서 미세먼지·소음 등 차량 주행 시의 공해 발생을 최소화할 수 있음
  - **[이동성]** 도심지 내 이동성 측면에서 초소형 전기차는 기존 대중교통으로 해결하기 어려운 마이크로 단위의 운송이 가능하며 퍼스트 라스트 마일(First-Last Mile) 접근성이 뛰어남
  - **[경제성]** 초소형 전기차를 공유 모빌리티 수단으로 이용하는 경우 이용 요금 및 통행시간 등에 있어 교통 이용자 측면의 편익 증진을 기대할 수 있음
  - **[기타]** 고령화 및 개인 가구 증가 등 사회 여건 변화에 대응하기 적합한 사회적 도구로서 활용이 가능하며, IoT 등 첨단 기술과의 융합이 용이한 이동수단임
  - 이에 본 연구에서는 초소형 전기차 도입에 따른 부문별 효과[4]를 초소형 전기차 이동서비스 모델별로 산정하는 방법에 대해 고찰하고,[5] 이를 통해 새로운 서비스 개발 방향 및 개선사항 수립에 기여하고자 함

4) 3장의 사례에서 소개한 산업통상자원부의 초소형 전기차 기반 모빌리티 연계형 이동서비스 실증 사업에서는 각 서비스 모델(캠퍼스형·관광형·통근형)에 따른 초소형 전기차의 도입 효과를 분석한 바 있음.
5) 본 장의 효과 분석 및 시뮬레이션 내용은 각주 1의 사업을 수행한 한국과학기술원 친환경스마트자동차연구센터, 한남대학교 빅데이터응용학과와의 공동 연구 수행 내용 및 연구진 자문 내용을 정리하여 작성.

2) 초소형 전기차 모빌리티 서비스 모델별 도입 효과 산정 방법

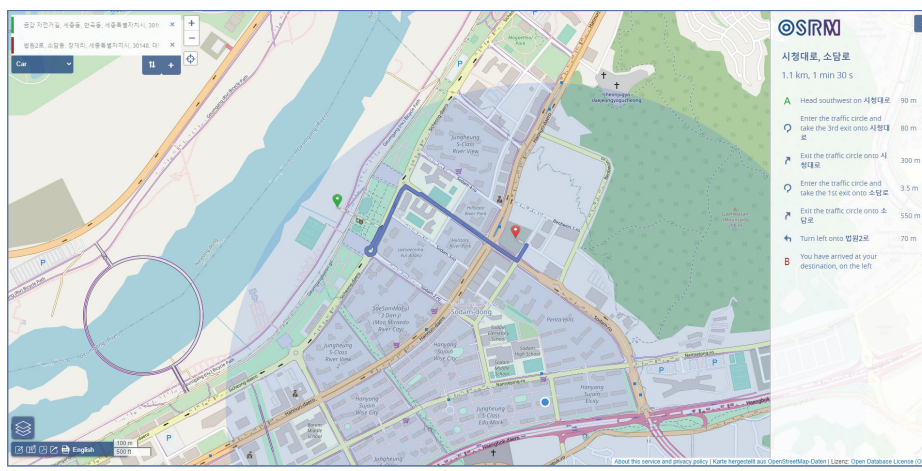
■ 기존 대중교통수단 대비 초소형 전기차 도입 효과 평가

- 초소형 전기차의 모빌리티 서비스 수단으로서의 강점 및 한계점을 평가하기 위해 초소형 전기차 도입 시 기존 대중교통수단 대비 편익을 산정
  - 초소형 전기차의 주요 서비스 모델인 캠퍼스형, 관광형, 통근형 모델에 대해 각각 셔틀버스, 시내버스, 택시로 비교군을 설정
  - 친환경성, 이동성, 경제성 부문에 대한 비교를 위해 각 수단에 대한 CO_2 배출량, 교통수단 접근시간, 대기시간, 통행시간, 통행비용을 추정
  - 각 서비스 모델 이용 데이터는 해당 모델이 도입된 지역의 이동 수요 데이터를 이용하여 시뮬레이션상에 구현

■ 모빌리티 서비스 시나리오 수행을 위한 시뮬레이션 환경 구축

- 초소형 전기차 기반 모빌리티 서비스 모델별 도입 효과 산정 및 시나리오 구현을 위해 먼저 현실과 유사한 상황을 가정한 모빌리티 시뮬레이션 환경을 구축함
  - 시뮬레이션 환경 구축을 위해 먼저 도로 네트워크를 오픈소스로 구현할 수 있는 오픈스트리트 맵(Open Street Map)을 이용하여 OSRM(Open Street Route Machine) 기반의 차량 경로 생성 알고리즘을 활용함

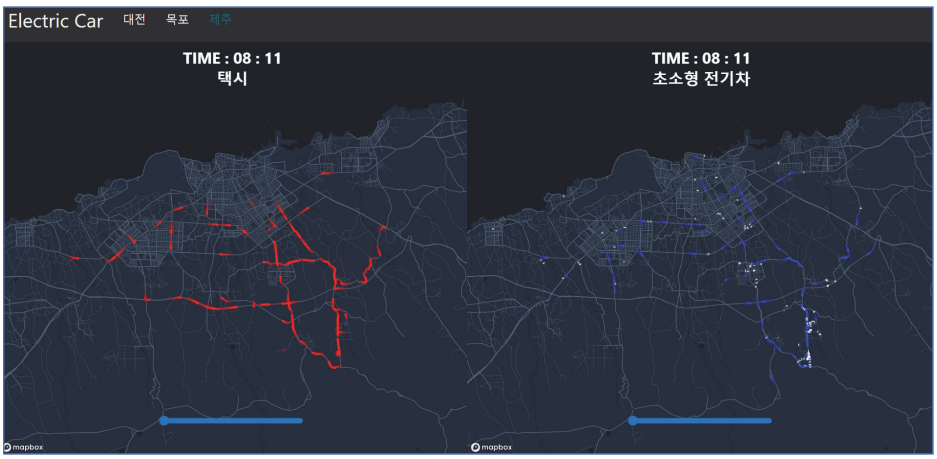
그림 16 OSRM을 활용한 차량 경로 생성 및 통행시간 산정



자료: Project OSRM. https://map.project-osrm.org/ (accessed December 19, 2023).

- OSRM을 활용한 시뮬레이션 환경 구축 시 원하는 로직으로 길찾기에 대한 커스터마이징이 가능하고, 도보 및 자전거 경로에 대한 분석도 가능하기 때문에 비교적 현실적인 접근시간·통행시간 등의 추정이 가능함
- 기존 대중교통수단과의 비교 분석을 위한 데이터로는 구글 길찾기 API를 활용하여 출발지·목적지별 대중교통 통행시간, 통행거리, 통행경로, 통행비용 데이터를 생성함
- 시나리오별 시뮬레이션을 위해 서비스 모델 도입 지역의 이동 수요 데이터(택시 호출 자료 기반)를 활용하며, 카셰어링 모델의 특징인 공간적 제한(모빌리티 스테이션 등 이동수단 대여 장소)을 시나리오상에 반영하여 시뮬레이션 수행

그림 17 수요 생성 자료 및 OSRM 경로 생성 기반의 모빌리티 시뮬레이션 구축



자료: 한남대학교 빅데이터응용학과 제공 자료. https://hnu209.github.io/New_Electric_Car/ (2023년 12월 20일 검색).

■ 시나리오별 초소형 전기차 이용 시의 효과 산정 방법론

- 부문별 초소형 전기차 이용 시의 편익 산정을 위해 대중교통수단 이용 시의 이산화탄소 배출량과 초소형 자동차 이용 시의 차종별 이산화탄소 배출량을 각각 산정하여 비교함
  - 서울 기준 버스 및 택시의 1인·km당 이산화탄소 배출량은 각각 50.6g, 155.7g으로 이동거리에 따른 이산화탄소 배출량은 아래 수식과 같이 산정됨(고준호 2018을 바탕으로 저자 재구성)

버스 이용 시 1인당 이동거리에 따른 이산화탄소 배출량(g)
$Diatance\,(km) \times 0.0506\,(kg/인 \cdot km)$ ····· 〈식 1〉
택시 이용 시 1인당 이동거리에 따른 이산화탄소 배출량(g)
$Distance\,(km) \times 0.1557\,(kg/인 \cdot km)$ ····· 〈식 2〉

초소형 전기차 이용 시 이동거리에 따른 이산화탄소 배출량(g)

$$Distance\,(km) \times (0.3808/\text{차종별 전비})\,(kg/\text{인}\cdot km) \cdots\cdots \langle \text{식 } 3 \rangle$$

- 초소형 전기차의 경우 전력 1kWh 생산당 이산화탄소 배출량 457g을 기준으로(환경부 온실가스 종합정보센터 고시 자료), 전기차 배터리 용량 및 배터리 완충 시 주행 가능 거리를 고려한 소모 전력 및 이산화탄소 배출량을 계산(김홍배, 김재구 2010을 바탕으로 저자 재구성)
- 초소형 전기차의 평균 승차 인원의 경우 공표된 통계 자료를 통해 승차 인원을 확인하는 것은 어려우나, 산업통상자원부 초소형 전기차 산업 및 서비스 육성 실증 지원 사업에서 수행한 설문 조사 자료를 기반으로 1.2명을 상정하여 1인당 탄소 배출량 계산
- 초소형 전기차의 전비는 차종마다 다소 상이하나, 해당 사업 내 초소형 전기차 이동서비스 모델에 주로 투입되는 CEVO-C 차량의 전비인 6.3km/kWh를 기준(르노 트위지의 경우 복합전비 7.9km/kWh)으로 이산화탄소 배출량을 산정

• 통행시간과 관련된 항목으로는 접근시간, 대기시간, 차내통행시간을 각각 산정하여 통행수단별 이용 효과를 도출함

- 접근시간은 모빌리티 서비스의 이용만족도 및 선호도에 영향을 미치는 요소로(박소은 외 2021), 출발지로부터 해당 통행수단으로 도달하기까지의 시간을 의미
- 대기시간은 모빌리티 서비스 지점에 도달한 후 탑승까지 걸리는 시간으로, 초소형 전기차 및 택시의 경우 대기시간이 없으나 배차 간격이 존재하는 버스는 대기시간 산정(관광형 서비스 지역의 평일 배차간격 평균값을 이용)
- 차내통행시간은 통행수단을 이용하여 승차로부터 하차까지의 소요 시간을 의미하며, OSRM에서 추출한 최단 경로 기반의 통행시간을 산정함

• 통행비용 측면의 효과는 대중교통 통행수단 및 이동거리에 따른 요금을 산정하고 같은 경로를 초소형 전기차를 이용할 때의 요금과 비교하여 분석함

- 버스 요금은 교통카드 소지 성인이 일반 버스를 탑승하는 경우를 기준으로 1,400원으로 설정하고, 택시요금은 네이버 길찾기 API에서 제공하는 요금을 기준으로 추출
- 초소형 전기차의 이용 금액은 해당 사업 내에서 제시한 공유형 이동서비스 과금 체계를 따라 추정하였으며, 산업통상자원부 초소형 전기차 기반 모빌리티 연계형 이동서비스 실증 사업에서 제시하는 요금 산정식을 따름

표 5 초소형 전기차의 모빌리티 연계형 이동서비스 내 시간당 과금 체계(안)

구분	시간당 과금 구성 체계(안)			비고
	기본운임	보험료	합계	
정상가	3,600원	3,800원	7,400원 + 1km당 거리운임 70원	목표 마진율 적용
할인가	2,520원	3,800원	6,320원 + 1km당 거리운임 70원	최소 마진율 적용

자료: 한국과학기술원 제공 자료(내부 자료).

3) 모빌리티 서비스 시나리오별 시뮬레이션 수행 결과

■ 초소형 전기차 기반 이동서비스 유형별 상세 시나리오

- [캠퍼스형 이동서비스] 대전 KAIST를 대상으로 하며, 강의실 및 주요 시설이 위치한 KAIST 본원과 기숙사 및 대학원이 일부 위치한 KAIST 문지캠퍼스를 왕복하는 이동수단으로 초소형 전기차가 활용되는 상황 설정
  - KAIST 본원-문지캠퍼스 간 셔틀버스의 운행 시간 및 대수, 각 캠퍼스 내 초소형 전기차를 이용할 수 있는 스테이션과 차량 대수를 기본 데이터로 활용
  - 초소형 전기차 및 셔틀버스 이용자를 각각 50명씩 임의로 생성하고, 셔틀버스를 이용하는 경우 O-D상 가장 가까운 셔틀버스 정류장에서 승하차하고 초소형 전기차 이용자는 스테이션을 통해 이동함을 가정
  - 초소형 전기차 이용을 위한 스테이션까지의 접근시간은 도보 이용만을 가정하였으며, 평균 도보 속도는 5km/h로 설정
- [관광형 이동서비스] 목포 KTX역 주변을 대상으로 하며, 목포터미널 및 유달산 지역 등 초소형 전기차와 충전 시설이 배치된 위치를 주요 O-D로 설정
  - 먼저 택시 데이터를 기준으로 목포시에서 주로 발생하는 각 출발지 및 도착지를 O-D 수요 데이터로 추정하고, O-D를 기준으로 도보 기준 10분 이내 거리에서 임의 이용자의 위치를 설정
  - 사용자별 출발지 및 도착지에서 도달할 수 있는 모든 버스정류장 중 근접 순으로 100개를 추출하고, 버스 노선의 경로와 초소형 전기차 이용 시의 경로가 동일 링크를 지나는 경우를 재추출하여 소요 시간이 가장 적은 버스 이용 O-D를 설정
  - 접근시간 산정을 위한 수단(도보) 및 평균 도보 속도 등은 모든 시나리오에 대해 동일하게 적용함

- [통근형 이동서비스] 제주 첨단과학기술단지를 대상으로 하며, 제주국제자유도시개발센터(JDC), 제주대학교 등 해당 지역 내 주요 거점에 위치한 전기차 주차장을 주요 O-D로 설정하고 제주시 내 지역을 중심으로 통행이 이뤄지는 상황을 설정
  - 첨단과학기술단지 구역 내 대중교통은 매우 제한적인 버스 노선과 낮은 버스 통행 빈도를 보이는 구역으로, 초소형 전기차를 이용한 통행과의 비교 대상을 택시로 설정함
  - 첨단과학기술단지 내 중소·벤처기업의 신규 인력 및 제주대학교 학생 등 제주도에 초기 정착하거나 자가용이 없는 연령층에게 대중교통 대체 수단으로 활용됨을 상정

■ 초소형 전기차 기반 이동서비스 유형별 시뮬레이션 수행 결과

- 초소형 전기차와 기존 대중교통수단 이용 시의 환경 부문(친환경성) 및 교통 부문(이동성/경제성) 요소별 비교 결과, 기존 대중교통수단의 약점이 존재하는 영역을 초소형 전기차 공유 모빌리티 서비스를 통해 보완할 수 있는 것으로 나타남

표 6 초소형 전기차 이용 및 대중교통 이용 시의 교통·환경 부문별 비교

항목	캠퍼스형		관광형		통근형	
	셔틀버스	초소형 전기차	시내버스	초소형 전기차	택시	초소형 전기차
CO_2 배출량	0.3kg	0.5kg	0.12kg	0.17kg	0.79kg	0.45kg
접근시간	12분	10분	5분	10분	0분	12분
대기시간	16분	0분	37분	0분	0분	0분
차내통행시간	16분	11분	6분	4분	7분	10분
통행비용	0원	1,800원	1,400원	7,960원	6,440원	1,600원

주: 각 이동서비스별 평균 통행거리를 기준으로 초소형 전기차와 대중교통 이용 시의 효과를 산정하여 비교함.
자료: 한남대학교 빅데이터응용학과 제공 자료(https://hnu209.github.io/New_Electric_Car/ (2023년 12월 20일 검색)를 바탕으로 저자 재구성.

- [캠퍼스형 이동서비스] 초소형 전기차를 이용하는 경우 셔틀버스 대비 총 통행시간(접근시간+대기시간+차내통행시간)에서 우위를 보이며, 이산화탄소 배출량 및 통행비용 측면에서는 이용 효과가 낮은 것으로 나타남
  - 초소형 전기차를 이용하는 경우 총 통행시간이 44분 → 21분으로 50% 이상 절감되는 것으로 나타나 매우 큰 효과를 보임
  - 이산화탄소 배출량은 1인당 이동거리에 따른 배출량을 기준으로 분석하였기 때문에 승차 인원이 초소형 전기차에 비해 훨씬 많은 셔틀버스에서 더 적게 나타남

- 통행비용은 비용이 발생하지 않는 무료 셔틀버스에 비해 초소형 전기차에서 높게 나타나지만, 통행시간 가치 및 이용자 효용을 고려할 때 초소형 전기차 기반의 이동서비스에 대한 충분한 수요 유발 가능
- 각 이동서비스 유형별 평균 통행거리를 기준으로 초소형 전기차 이용 시와 대중교통 이용 시의 효과를 산정하여 비교하였음

• [관광형 이동서비스] 캠퍼스 이동서비스 모델과 마찬가지로 초소형 전기차를 이용하는 경우 버스 대비 총 통행시간(접근시간+대기시간+차내통행시간)에서만 우위를 보이는 것으로 나타남

- 관광형 서비스가 수행되는 지역인 목포 지역 내 버스 통행빈도 및 노선 수를 고려한 통행시간 산정 시, 초소형 전기차 이용이 높은 효용을 갖는 것으로 나타남
- 이산화탄소 배출량은 캠퍼스형 이동서비스 모델과 마찬가지로 버스의 탑승인원을 고려한 인당 배출량으로 계산되어 초소형 전기차의 이용 효과가 다소 떨어짐
- 통행비용은 시내버스에 비해 초소형 전기차가 훨씬 높게 나타나지만, 관광 목적의 통행을 고려할 때 경로 자유도와 목적지 접근성 등 초소형 전기차가 지니는 강점이 존재할 수 있을 것으로 분석됨

• [통근형 이동서비스] 상기 두 모델에서의 결과와 정반대 양상을 보이며, 초소형 전기차 이용 시 택시에 비해 이산화탄소 배출량과 통행비용 측면에서 우위를 가짐

- 택시의 경우 모빌리티 애플리케이션을 이용한 호출을 통해 출발지까지의 접근시간 및 대기시간이 존재하지 않으며, 차량의 평균 속도 역시 초소형 전기차에 비해 빠르므로 총 통행시간 측면에서 초소형 전기차보다 효용이 높음
- 초소형 전기차의 친환경성은 버스보다 다소 낮고 택시에 비해 매우 높은 것으로 나타났으며, 통행비용 측면에서는 버스에 비해 다소 높은 수준이나 택시보다는 낮은 요금 수준을 보이는 것으로 분석되었음

05 결론 및 정책제언

1) 요약 및 결론

■ 초소형 전기차 기반의 모빌리티 서비스에 대한 관심도 및 인식 제고 필요성

- 전 세계적으로 확대되고 있는 전기차 시장 및 초소형 전기차와 같은 新 모빌리티 수단의 등장에 발맞춘 신규 모빌리티 서비스의 보급 및 확산 방향에 대한 고찰 필요
- 초소형 전기차는 일반 전기차 시장의 그늘에 가려져 판매 증가, 기술 발전 및 활용도 제고에 어려움을 겪고 있으며, 국내 일반 소비자들의 인식 수준이 낮은 실정
- 본 연구를 통해 다양한 초소형 전기차의 특징과 장점을 소개하고, 이를 활용하는 여러 가지 모빌리티 서비스에 대한 시민의 관심과 주목도를 높이고자 하였음

■ 초소형 전기차의 활용도를 최대화하는 분야 탐색 및 서비스 발굴이 핵심

- 고령자·독신·맞벌이 가구 등 1~2인 규모의 소형 가구 수가 증가하고 생산 인구 및 청년 소득은 감소하는 사회 여건 변화에 따라 소형 차량 및 공유 모빌리티 서비스에 대한 수요가 크게 증가
- 초소형 전기차는 미래 모빌리티의 핵심 요소인 개인용·접근성·연결성·공유성과 같은 키워드에 최적 대응할 수 있는 이동수단으로서 지속적인 발전 가능성이 매우 높음
- 초소형 전기차가 갖는 특수성과 장점을 살린 다양한 모빌리티 서비스를 통해 산업 확대, 일자리 창출, 도심지 내 이동성 향상, 환경 문제 해결 등 수많은 효과를 창출할 수 있음
- 초소형 전기차는 향후 자율주행 시대에도 도심형·공유형·친환경 이동 수단으로 전환 및 활용이 용이한 특성을 갖추고 있으며, 이를 확대 적용할 수 있도록 하는 지속적인 연구·개발이 필요

2) 정책제언

■ 법·제도 개선을 통한 초소형 전기차의 보급 확대 및 이용성 향상

- 현행 법규에 따라 초소형 전기차는 공차중량을 제한하고 있어(승용 600kg, 화물 750kg) 충돌 안전성 및 배터리 용량(=주행거리) 등 성능에 큰 한계가 존재함
- 또한 초소형 전기차는 현재 자동차 전용도로에 진입할 수 없도록 규정되어 있어 차량의 이동성 및 기동성에 큰 제약이 발생하고 있으므로, 차량 성능 및 안전성의 개선이 담보되고 일반 자동차의 통행 흐름을 방해하지 않는 것이 검증된다면 해당 규정에 대한 완화 검토 필요
- 중국 지리자동차 계열의 소형 전기차 브랜드 즈더우(Zhidou)의 초소형 전기차인 D2의 경우, 한국 쎄미시스코(現 스마트솔루션즈)를 통해 초소형 전기차로 등록되어 출시되었으나 최대속도 등 차량 제원 개선(SMART EV Z)을 통해 경차로 등록되어 현재 우리나라 자동차 전용도로를 주행할 수 있게 되었으며, 이처럼 법적 규제를 벗어나는 경우에 한해 초소형 전기차 시장의 변화가 일어나고 있는 것을 확인할 수 있음
- 자동차 전용도로의 평균 통행속도가 낮은 오전~오후 첨두시간대 혹은 도로 일부 구간에서의 부분적 주행 허용 등 제도적 개선을 통해 초소형 전기차의 보급 확대를 저해하는 요소를 줄여가는 것은 중요한 선결 과제

■ 취약 지역의 대중교통 대체 수단 및 공공 서비스 영역에서의 활용 확대

- 초소형 전기차는 주행거리의 제한 및 안전성에 대한 우려 등으로 인해 개인 구매에 의한 보급 확대에 태생적 한계를 가짐
- 대중교통 취약 지역 등에서 기존 교통 서비스의 단점을 보완할 수 있는 대체 수단으로서 초소형 전기차의 기능 활용도는 매우 높으므로, 제도적 지원을 통한 대중교통 취약 지역의 초소형 전기차 보급 및 확산 가능성이 높음
- 국내외 기존 사례에서 검증된 바와 같이 초소형 자동차의 여러 가지 장점은 공공 서비스 지원 영역에서 날개를 달 수 있으므로, 정부 기관을 포함한 공공 기관 등에서 민원 처리 업무 및 각종 서비스 업무를 지원하는 데 적극 활용 필요
- 아울러 소상공인의 배달·물류 분야 활용, 지자체 기반의 관광상품 연계 활용 등 신규 서비스에 대한 다양한 지원책을 마련하여, 신기술 개발·산업 확대·일자리 창출에 초소형 전기차 모빌리티 서비스 확대 필요

참고문헌

고준호. 2018. 교통부문 탄소배출 감소추세 '뚜렷' 교통수요관리 정책 지속 추진 필요. 이슈페이퍼 서울연 2017-BR-11. 서울: 서울연구원.

국제신문. 2018. 교통문화 바로 세우자 〈10〉 선진 교통문화 현장을 가다- 일본 토요타시, 9월 9일. https://www.kookje.co.kr/news2011/asp/newsbody.asp?code=0300&key=20180910.22010014034 (2023년 11월 20일 검색).

김홍배, 김재구. 2010. 도시 내 탄소발생량 산정과 저탄소도시 개발의 핵심부문에 관한 연구. 국토계획 45권, 1호: 35-48.

나종관. 2021. 초소형 전기차 이동 서비스 산업 현황 및 발전전략. 2021년 국제e-모빌리티엑스포, 9월 10일.

노기한. 2021. 초소형 전기차, 모빌리티 변화의 새로운 틈새 산업. 오토저널 43권, 8호: 51-56.

네이버 지도. https://map.naver.com/p/directions/14182025.4260585,4354645.5676831,KAIST%20%EB%AC%B8%EC%A7%80%EC%BA%A0%ED%8D%BC%EC%8A%A4,11617813,PLACE_POI/14177744.2676857,4351898.8735007,%EC%B9%B4%EC%9D%B4%EC%8A%A4%ED%8A%B8%20%EB%B3%B8%EC%9B%90,11591654,PLACE_POI/-/transit?c=14.00,0,0,0,dh (2023년 12월 22일 검색).

디지털데일리. 2023a. "초소형전기차 경차 대신한다고?" 더 작은 '블루오션' 찾는다 [소부장박대리], 8월 10일. https://m.ddaily.co.kr/page/view/2023081013542137025 (2023년 11월 6일 검색).

_____. 2023b. 초소형전기차 확산 옥죄는 공차중량 제한...왜? [소부장박대리], 7월 6일. https://m.ddaily.co.kr/page/view/2023070518065143120 (2023년 11월 6일 검색).

디피코, http://potro.co.kr/top-2022/ (2023년 12월 22일 검색).

마스타전기차, http://masta-ev.co.kr/main/page.html?pid=3 (2023년 12월 22일 검색).

마이브, http://www.maiv.co.kr/carIntro (2023년 12월 22일 검색).

무공해차 통합누리집. https://ev.or.kr/nportal/buySupprt/initSubsidyTargetVehicleAction.do (2023년 11월 20일 검색).

미카뉴스. 2022. 국산 소형 전기차 종류 7가지 비교 추천, 11월 1일. https://mecarnews.com/국산-소형-전기차-종류-7가지-비교-추천. (2023년 11월 6일 검색).

박소은, 고민지, 김은아, 정재훈, 권오훈. 2021. 스마트 모빌리티 서비스 이용자 만족도 평가지표 개발에 관한 연구. 제85회 대한교통학회 학술대회지: 602-603.

스마트이브이, http://smart-ev.co.kr/Z (2023년 12월 22일 검색).

시민의소리. 2019. 전남도, '전기차산업 육성 실증사업' 유치, 5월 24일.
https://www.siminsori.com/news/articleView.html?idxno=211288 (2023년 11월 21일 검색).

쏘카 블로그. 2021. 쏘카X더함, 초소형 전기차 서비스 MOU 체결, 3월 25일. https://blog.socar.kr/10418 (2023년 11월 21일 검색).

쎄보모빌리티, https://www.cevo.co.kr/1a607b7b88b44e7685b5981557054e2d# (2023년 12월 22일 검색).

우체국과 사람들. 2019. 우체국, 초소형 전기차로 우편배달, 12월 12일.
http://www.postnews.kr/cpost_news/sub_read.asp?cate=28&BoardID=7853) (2023년 11월 21일 검색).

위키피디아. 르노 트위지.
https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%A5%B4%EB%85%B8_%ED%8A%B8%EC%9C%84%EC%A7%80
(2023년 11월 8일 검색).

자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙[시행 2023. 11. 23.][국토교통부령 제1277호, 2023. 11. 23., 일부개정].

자동차관리법 시행규칙[시행 2023. 11. 26.][국토교통부령 제1216호, 2023. 5. 25., 일부개정].

전자신문. 2020, 우편배달 전기차 1만대 도입한다던 우정사업본부...믿고 투자했는데 '이제 와서 딴소리', 7월 8일.
https://www.etnews.com/20200708000293 (2023년 11월 21일 검색).

_____. 2021. [자동차칼럼]韓 초소형 전기차, 공용플랫폼으로 경쟁력 제고 기대, 7월 12일.
https://www.etnews.com/20210712000136 (2023년 11월 6일 검색).

정보통신신문. 2022. 우정사업본부, 초소형전기차 1만대 도입 발표 '실적은 1304대뿐', 10월 25일.
https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=104738 (2023년 11월 21일 검색).

한국과학기술원(KAIST) 제공 자료(내부 자료).

한국일보. 2023. 자동차 전용도로 못 달리는 초소형 전기차... 누가 가로 막았나 [나도 강변북로 달리고 싶다], 5월 20일.
https://m.hankookilbo.com/News/Read/A2023050515520004156 (2023년 11월 6일 검색).

한국자동차공학회. 2021. 초소형 전기차, 모빌리티 변화의 새로운 틈새산업. (8월 19일)
https://www.kaja.org/1458275600/?idx=7575671&bmode=view (2023년 10월 21일 검색).

한남대학교 빅데이터응용학과 제공 자료. https://hnu209.github.io/New_Electric_Car (2023년 12월 20일 검색).

환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정[시행 2023. 10. 31.][산업통상자원부고시 제2023-203호, 2023. 10. 31., 일부개정].

Citroën Ami(Electric vehicle). https://en.wikipedia.org/wiki/File:2021_Citroen_Ami.jpg (accessed December 22, 2003).

European Commission CORDIS. 2019. Horizon 2020 – Smart-Taylored L-category Electric Vehicle Demonstration in Hetherogeneous Urbanuse-Cases.
https://cordis.europa.eu/project/id/769944/reporting (accessed November 20, 2023).

Fiat Topolino. https://en.wheelsage.org/fiat/topolino/fiat_topolino (accessed December 22, 2023).

Fortune Business Insights. 2023. *Market Research Report.* 2023. https://www.fortunebusinessinsights.com/micro-electric-vehicles-ev-market-103474 (accessed October 22, 2023).

Frost & Sullivan. 2015. Micro-Mobility in Japan: Japan is Exploring the Potential of Micro Mobility to Tackle its Mobility Challenges, October 30.

IDTechEx. 2023. *Micro EVs 2023-2043: Electric Two-wheelers, Three-wheelers, and Microcars*, Cambridge: IDTechEx.

Innovation Place. 2022. Innovative Electric Quadricycle for Last Mile Goods Delivery, December 4. https://www.innovationplace.eu/project/innovative-electric-quadricycle-for-last-mile-goods-delivery/2300 (accessed November 21, 2023).

International Energy Agency. 2021a. *Global EV Outlook 2021: Accelerating Ambitions Despite the Pandemic.* Paris: IEA Publications.

_____. 2021b. Interactive Report. Trends and developments in electric vehicle markets. https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021/trends-and-developments-in-electric-vehicle-markets#abstract (2023년 10월 22일 검색).

Opel Rocks-e. https://www.opel.de/content/dam/opel/master/vehicles/rocks-e/16x9/opel_rocks-e_gallery_exterior-back-left_16x9_ro22_e01_007.jpg?imwidth=1920 (accessed December 22, 2023).

Project OSRM. https://map.project-osrm.org/ (accessed December 19, 2023).

Renault Group. https://www.renaultgroup.com/en/news-on-air/news/twizy-2/ (2023년 12월 22일 검색).

Toyota C+Pod. https://toyota.jp/cpod/images/grade-car-1.png (accessed December 22, 2023).

VEM Solutions. 2019. Steve - an European Project: today the keys of the electric quadricycles are handed over to the mayors of Turin and Venaria, April 9. https://www.vemsolutions.it/en/news/steve-an-european-project-today-the-keys-of-the-electric-quadricycles-are-handed-over-to-the-mayors-of-turin-and-venaria/ (accessed November 20, 2023).

Wikipedia. BMW Isetta 300. https://en.wikipedia.org/wiki/Isetta#/media/File:BMW_Isetta_300_shot_in_Bad_T%C3%B6lz,_Germany_circa_1987_sideview.jpg (accessed November 8, 2023).

_____. Citroën 2CV. https://en.wikipedia.org/wiki/Citro%C3%ABn_2CV#/media/File:Paris_-_Bonhams_2013_-_Citro%C3%ABn_2CV_A_-_1950_-_002.jpg (accessed November 8, 2023).

_____. Fiat 500. https://en.wikipedia.org/wiki/File:Paris_-_RM_Auctions_-_5_f%C3%A9vrier_2014_-_Fiat_500_D_-_1963_-_002.jpg (accessed November 8, 2023).

_____. Sbaru 360. https://en.wikipedia.org/wiki/File:1958_Subaru_360_01.jpg (accessed November 8. 2023).

Wuling. https://www.wuling.com/evmcrgb.html (accessed November 8, 2023).

국토연구원 Working Paper는 다양한 국토 현안에 대하여 시의성 있고 활용도 높은 대안을 제시할 목적으로 실험정신을 가지고 작성한 짧은 연구물입니다. 투고된 원고는 정해진 절차를 거쳐 발간되며, 외부 연구자의 투고도 가능합니다. 공유하고 싶은 새로운 이론이나 연구방법론, 국토 현안이나 정책에 대한 찬반 논의, 국내외 사례 연구나 비교연구, 창의적 제안 등 국토분야 이론과 정책에 도움이 될 어떠한 연구도 환영합니다.
투고를 원하시는 분은 국토연구원 연구기획팀(044-960-0438, bbmoon@krihs.re.kr)으로 연락주십시오. 채택된 원고에 대해서는 소정의 원고료를 드립니다.

WP 23-11

초소형 전기차 기반의 모빌리티 서비스 보급 및 확산 방향

연 구 진 심지섭
발 행 일 2023년 12월 27일
발 행 인 심교언
발 행 처 국토연구원
홈 페 이 지 http://www.krihs.re.kr

Ⓒ 2023, 국토연구원

이 연구보고서의 내용은 국토연구원의 자체 연구물로서 정부의 공식적인 견해와 다를 수 있습니다.

이 연구보고서는 한국출판인협회에서 제공한 KoPub 서체와 대한인쇄문화협회가 제공한 바른바탕체가 적용되어 있습니다.

KRIHS 국토연구원