



전기차가 견인하는 ESS 시장

박수항 포스코경영연구원 수석연구원 (spark0326@posri.re.kr)

1. 서론

전기차 성장 돌풍이 거세다. 미국, 중국 등 주요 시장 판매량은 대 해 최고 판매기록을 갱신하고 있으며, 메이저 기업들의 신차 출시 소식도 계속해서 이어지고 있다. 한동안 지지부진하던 시장이 본격적인 성장 궤도에 진입한 것으로 보인다.

전기차가 고속 성장을 이어가기 위해서는 제조비의 1/3을 차지하는 배터리 경쟁력이 뒷받침되어야 한다. 비용적인 문제를 차지하고서라도 배터리는 차량 전반의 성능과 안전을 결정하는 핵심 부품이다. 전기차 시장 선점을 위해 배터리 기업 뿐 아니라 전기차 제조사들까지 공격적으로 배터리 설비 투자에 뛰어든 이유이다.

전기차 성장은 배터리를 매개로 ESS 시장에도 중요

한 영향을 미친다. 전기차를 통해 성장한 배터리 기술과 생산설비는 이제 막 성장에 진입한 리튬이온 배터리 ESS의 경쟁력 확보와 장기적인 성장에도 핵심적인 변수 역할을 한다.

선제적으로 배터리 경쟁력을 확보한 일부 전기차 기업들은 ESS 사업 진출을 통해 사업 영역을 허물기도 한다. Tesla 등 주요 기업들은 전기차와 수직 계열화된 배터리 설비를 기반으로 ESS 사업에 이미 진입했거나 진입을 준비 중이다.

산업의 장기적인 Lifecycle을 변화시킬 아이디어들도 구체화되고 있다. 전기차를 통해 유통이 증가하는 배터리의 경제적, 친환경적 처리 방안에 대한 연구가 대표적이다. 미국, 유럽 등 전기차 시장이 비교적 먼저 개화 된 지역은 수 년 전부터 관련 이론적인 연구가 계

[그림 1] 전기차와 배터리, 그리고 ESS





속되어 왔으며, 일부 선도 기업들은 재생 배터리를 활용한 ESS 제품을 출시하기도 하였다.

본고에서는 ESS 산업에 중요한 영향을 미칠 전기차 시장의 트렌드 변화를 살펴보고, 이에 따른 ESS 시장의 진화 방향을 논의해보고자 한다. 아울러 장기적 ESS 산업 생태계에 영향을 미칠 잠재 요인으로서 전기차 배터리 재사용에 대한 개념과 사업 사례들을 통해 산업의 경쟁력 확보 전략과 관련 시사점을 고찰해보고자 한다.

2. 전기자동차¹⁾ 트렌드

가. 시동 걸린 전기차 시장

2015년 한 해 전 세계에 판매된 전기차는 약 55만대, 전 년까지 10여 년간 누적된 판매량 70만대에 근접한다. 2016년에도 약 77만대가 판매되어 전년 대비 40% 성장하며 연간 최대 판매량 기록을 갱신하였다.²⁾ xEV 시장으

로 시야를 확대해도 전기차의 존재감은 불과 3~4년 사이에 확연하게 달라진 모습이다. xEV 시장을 지배해왔던 HEV³⁾는 성장 정체와 함께 비중이 급격하게 감소하는 반면, 전기차는 빠르게 증가하고 있다. 2011년까지 xEV 판매의 5% 미만에 그쳤던 전기차 판매 비중은 4년 만에 30%에 근접할 정도로 급성장했다. 그 와중에도 BEV의 성장세가 특히 눈에 띈다. 전기버스를 포함한 BEV의 2015년 판매 점유율은 약 19%로, PHEV의 두 배에 달한다. 내연기관의 역할은 점점 축소되는 반면 배터리와 전기모터의 의존도는 증가하는 ‘순수(Pure)’ 전기차 비중이 늘고 있는 것으로 해석할 수 있다. 2017년부터는 GM Bolt(EV), Tesla Model 3 등 잠재 구매자들의 기대를 모으고 있는 2세대 BEV가 출시를 기다리고 있어 이러한 추세는 더욱 가속화 될 전망이다.

대세적 성장세에도 불구하고 구체적인 전망치에 대해서는 각 기관의 성향과 입장에 따라 큰 차이가 존재하는데, 낙관적인 전망과 부정적 전망 간에는 대략 5배 가 넘는 예측 차이가 존재한다.⁴⁾ 우선 OPEC, Shell 등

〈표 1〉 xEV 종류별 판매 비중 추이

(단위: %)

구분	2011	2012	2013	2014	2015
HEV	95,2	92,2	88,2	83,0	71,5
BEV	3,4	3,9	6,3	9,4	13,7
PHEV	1,2	3,7	5,3	6,3	9,6
e-BUS	0,2	0,1	0,2	1,3	5,2

자료: SNE Research(2016.4), “글로벌 전기차 시장의 폭발적 성장과 주요 이슈 분석”

1) 본고에서는 외부로부터 충전이 필요한 Plug-in EV, 즉 BEV(Battery EV)와 PHEV(Plug-in Hybrid EV)를 합산한 의미로 사용. 전기모터와 배터리가 포함된 모든 차량을 지칭하는 보다 큰 의미로서의 전기차는 xEV로 별도 구분해서 명기.

2) 2016년 실적은 www.ev-volumes.com/Global-Plug-in-Sales-for-2016을 참조.

3) Hybrid Electric Vehicle, 본고에서는 내연기관을 주력으로 사용하고 전기 모터를 보조로 사용하는 다양한 종류의 Hybrid 차량을 HEV로 통칭.

4) 각 기관별 분류 기준이 상이함에 따라 여기서는 편의를 위해 xEV 시장을 기준으로 전망을 종합.



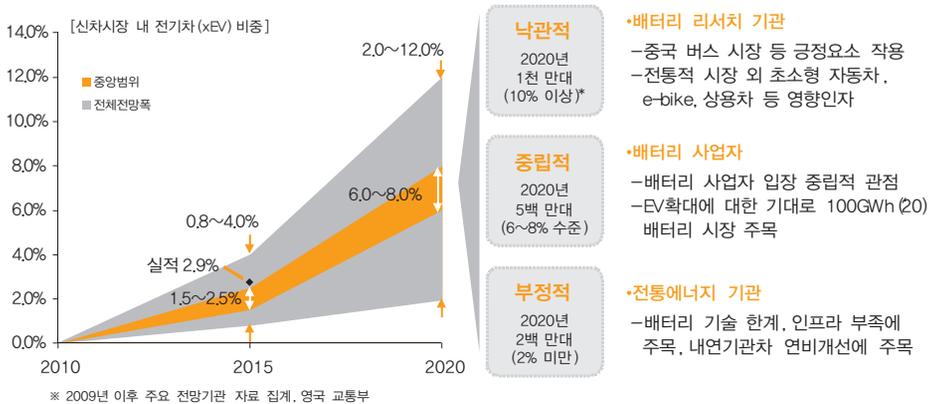
전통에너지 산업과 연관성 높은 기관들은 다소 부정적인 견해를 내놓는다. 이들은 배터리 기술의 이론적 한계와 충전 인프라 부족 등 전기차의 제한적 요인과, 내연기관 자동차의 연비개선 등 기술 개발 잠재력을 주요 이유로 제시한다.

반대편의 극단에는 B3, SNE 등의 배터리 산업 리서치 기관들이 있다. 중국 등 신흥국의 성장 지속과 함께 이동 수단 혁신이 전기차를 기반으로 이루어질 가능

성이 높아 시장이 빠르게 성장할 것이라는 것이 이들의 주장이다.

양 극단에 비해 비교적 중립적인 입장을 견지하는 것은 배터리 사업자이다. 이들은 2020년 신차 시장의 약 6~8%, 즉 5백만 대 수준에서 xEV가 판매될 것으로 보고 있다. 이 경우에도 전세계 xEV 판매 규모는 2015년의 230만대에 비해 두 배 이상 성장해야 한다.

[그림 2] 글로벌 xEV 시장 전망 종합



자료: Roland Berger, Credit Suisse, HSBC, Nikkei, Deutsche Bank, Frost&Sullivan, BCG 등 전기차 전망보고서 종합, POSRI 재정리

나. 전기차를 초월하는 배터리 성장

전기차 보급의 가장 큰 걸림돌은 내연기관차 대비 짧은 주행거리⁵⁾와 충전의 불편함이다. 직관적인 해결책은 배터리 탑재 용량을 증가시키는 것이지만 전기차 제조비의 30~40%를 차지하는 고가의 배터리를 마냥 늘

릴 수만은 없다. 비용도 비용이지만 배터리 무게와 부피의 증가는 차량 무게 중심과 거동 특성 등 차량 성능을 좌우하기 때문에 다양한 변수를 고려해 설계해야 한다. 게다가 길어지는 충전 시간을 해결하기 위한 급속 충전기 등의 인프라 여건과 그에 적합한 배터리 소재에 대한 고민도 필요하다. 300Km 이상의 주행거리를 자

5) '1회 충전시 주행 가능한 거리'를 의미.

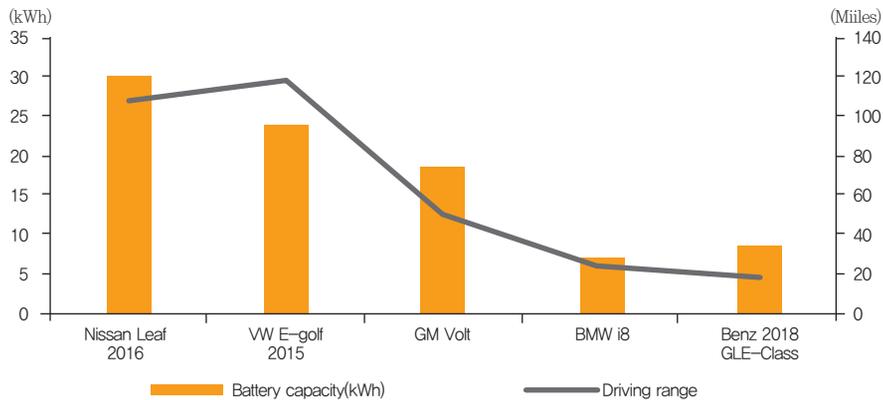


량하는 Tesla Model S는 60KWh 이상의 대용량 배터리를 탑재하기 위해 알루미늄과 타이타늄 등 고가의 경량 소재를 활용한 전용 플랫폼을 개발했으며, 충전 문제 해결을 위해 고속 충전이 가능한 Super Charger 설치도 필요했다. Model S가 전기차의 대명사로 자리매김할 수 있던 것도 대당 10만 USD를 호가하는 럭셔리

모델이기 때문에 가능했다.

하지만 기술 발전과 제조비 하락으로 배터리 용량 확대는 더 이상 럭셔리 모델에만 고려 가능한 옵션이 아니다. Bolt(EV)나 Model 3 등 출시를 앞둔 전기차들은 3~ 4만 USD 수준의 대중차 가격대에도 60KWh 이상의 배터리를 탑재할 예정이다.

[그림 3] 주요 전기차의 배터리 용량-주행거리 상관관계



자료: Macquarie Research, Asia battery Accelerating the charge for auto, 2015.11

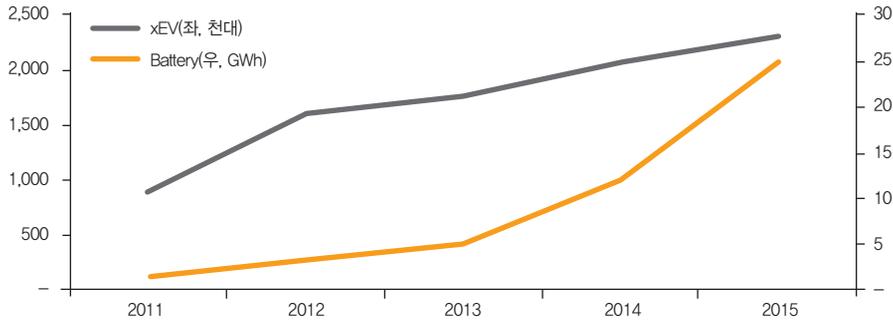
신차 뿐만 아니라 이미 출시 되어 있던 전기차도 모델 변경, After Market 등을 통해 배터리 용량을 확대하고 있다. 가장 많이 팔린 전기차로 기록된⁶⁾ Nissan Leaf의 배터리 용량은 초기 24KWh에서 2016년 모델에서는 30KWh로 증가했으며, After Market을 통해서 48KWh까지도 확장 가능하다. BMW i3도 배터리 용량이 초기 14KWh에서 신형 33KWh로 두 배 이상 증가되었으며, Tesla 신형 Model S는 100KWh가 넘는 배터리를 탑재하기도 했다.

단위 용량 증가는 BEV 확대 추세와 맞물려 배터리 수요를 크게 확대시키는 결과로 이어지고 있다. 2015년 전기차용 배터리 수요는 약 25GWh로, 2013년의 5GWh에 비해 2년 만에 5배 가까이 성장했다. 전기차 판매 증가율보다도 월등히 높은 수준이다. 배터리 용량 경쟁은 당분간 계속될 것으로 보여 전기차를 초월하는 배터리 성장기조 역시 지속될 것으로 보인다. 중국을 비롯한 다수의 글로벌 제조사들은 이미 주행거리 500Km 이상의 신차 개발 계획을 발표한 바 있다.

6) 2016년 말까지 약 25만대 판매.



[그림 4] 글로벌 xEV 및 이차전지 시장 추이



자료: SNE Research, 글로벌 전기차 시장의 폭발적 성장과 주요 이슈 분석, 2016.4

다. 급증하는 배터리 설비투자

배터리 설비 투자도 과거 어느 때보다 공격적으로 이루어지고 있다. 지역적으로는 정부의 성장 정책을 등에 업은 중국에 특히 집중되어 있는데, JP Morgan에 따르면 2016년~2020년 기간 건설 예정으로 중국에서 발표된 설비 투자 규모만 약 150GWh에 달한다고 한다. 이중 1/3만 실현된다고 하더라도 2015년의 전 세계 수요보다 두 배 큰 생산 능력이 중국이라는 한 국가에 들어 서게 된다.

단위 규모도 기하급수적으로 증가하고 있다. 이러한 경향은 특히 배터리를 수직계열화한 자동차 제조사에서 더욱 두드러지게 나타나는데, 세계 최대 설비로 기록될 Tesla의 Gigafactory가 대표적이다. 연산 규모는 50GWh로 2020년 완공을 목표로 한다.⁷⁾ 상상을 초월하는 규모 탓에 계획 공개 당시 실현 가능성에 대한 회의적인 의견이 존재했지만, 프로젝트는 계획대로 진행

되어 2017년 1월 부분 가동을 시작했다.

‘디젤 게이트’로 한바탕 홍역을 치렀던 Volkswagen도 방향을 전기차로 선회하여 Gigafactory에 맞먹는 규모의 대규모 배터리 관련 투자 계획을 검토 중인 것으로 알려졌다. Daimler도 배터리 제조 자회사인 Accumotive에 5억 유로를 추가 투자해 설비 규모를 두 배로 증설 시키는 프로젝트를 진행 중이다. 중국의 전기차 성장을 이끌고 있는 BYD는 2020년까지 자사 배터리 설비 규모를 연산 30GWh 이상으로 늘릴 계획이다. 전기차와 배터리를 차세대 주력 산업으로 육성하려는 중국 정부는 전기차용 배터리 모범 인증 기준을 기존의 연간 설비규모 0.2GWh 이상에서 8 GWh로 대폭 강화시키겠다는 계획을 발표하고, 여론을 수렴하는 중이다.⁸⁾ 중국 로컬기업들조차 단기간에 달성하기에는 현실성이 떨어지는 만큼 최종 안은 다소 하향 조정될 가능성이 높지만, 글로벌 경쟁력을 유도하기 위한 정부 의지가 반영된 만큼 대형화 추세는 피할 수

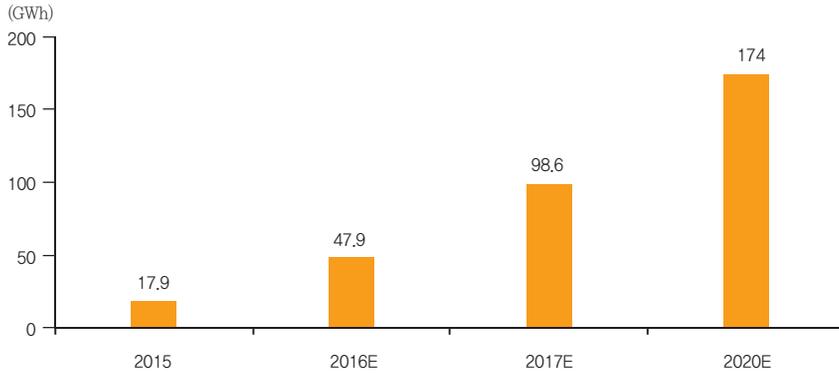
7) 배터리 팩 기준, 셀 생산은 35GWh.

8) 2016년 말 기준, 최종 적용 기준은 주요 기업들과의 협의를 통해 조율 계획.



전기차가 견인하는 ESS 시장

[그림 5] 중국 내 xEV용 배터리 설비 능력 계획 종합



자료: JP Morgan, Global xEV Components, 2016.5s

[그림 6] 2017년 1월 Tesla 기가팩토리 전경 및 시기별 확장 계획



주: 2017년 1월 현황은 최종 계획 대비 30% 공정 기준

자료: Bloomberg, Tesla Flips the Switch on the Gigafactory, 2017.1.5

없을 것으로 보인다.

가. 급락하는 배터리 가격

Tesla가 3년 전 배터리 제조비를 USD 250 ~ 350/KWh 수준으로 공개했을 때 시장의 반응은 놀라움 반,

3. 전기차의 ESS 성장 견인 효과



의심 반이었다. 배터리 선두 기업들도 기업들조차 달성하기 어려운 가격이었기 때문이다. 하지만 배터리 가격은 예상보다 가파르게 하락하고 있다.

Bloomberg New Energy Finance의 Survey 결과에 의하면, 2016년 배터리 제조비는 팩 가격을 기준으로 USD 273/KWh, 2014년의 USD 540/KWh와 비교하면 2년 만에 절반 수준으로 하락했다. 설문을 통한 조사 평균이기 때문에 실제로는 더 싸게 만드는 기업도 존재한다. Tesla는 2016년 초에 Model S의 배터리팩 제조비용이 이미 USD 190/KWh 이하로 떨어졌다고 주장했다.⁹⁾ 경쟁사들의 셀(Cell) 제조 가격에도 못 미치는 비용이다. Gigafactory가 안정적으로 가동되는 2020년대 중반에는 USD 100/KWh의 벽을 깰 수도 있

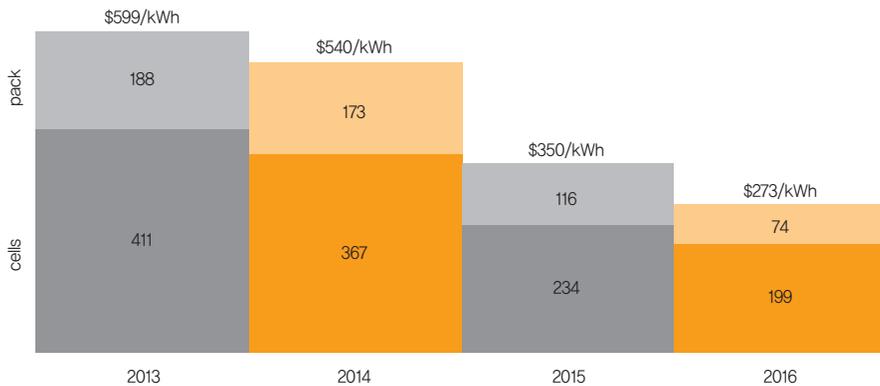
을 것으로 보고 있다. GM 역시 Bolt EV 배터리 제조비용을 USD 145/KWh로 발표했으며, 2021년에는 USD 100/KWh 수준까지 하락할 것으로 기대하고 있다.¹⁰⁾

나. 리튬이온배터리 ESS의 성장

몇 년 전만 하더라도 리튬이온배터리 기반의 ESS는 그리 큰 기대를 모으지 못했다. 비싼 배터리 가격 탓에 경쟁 기술인 NaS전지¹¹⁾ 등에 비해 투자비가 두 배 가까이 소요되었으며, 실증도 부족한 탓에 본격적인 확산에 장기간이 소요되거나 중소형 중심으로 제한될 가능성이 높다는 인식이 팽배했다.

하지만 분위기는 달라졌다. 분기별로 미국 내 ESS

[그림 7] 빠르게 하락하는 배터리 가격



자료: Bloomberg New Energy Finance, Bloomberg 재인용, Tesla's Battery Revolution Just Reached Critical Mass, 2017.1.30

9) 2016년 4월 실시된 Conference call 기준.

10) Tesla는 배터리 팩 기준, GM은 셀 기준.

11) Sodium-Sulfur 전지.



〈표 2〉 2012년에 분석된 배터리 기반 ESS 기술 비교

구분	NaS	Li-Ion	Redox
기술준비도 (Tech. Readiness)	7	7	6
Battery Capital Cost (\$/KWh, PCS 포함)	635	1,220	1,546

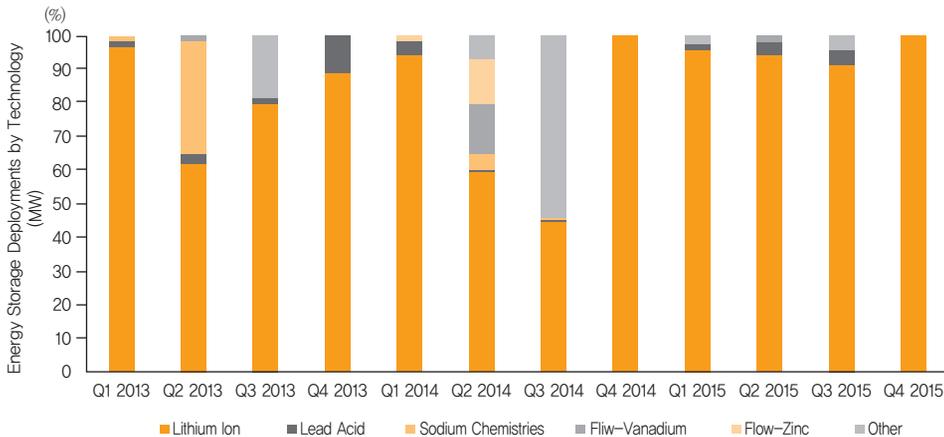
자료: 美 DOE & PNNL, National Assessment of Energy storage, 2012

신증설 현황을 발표하는 Green Tech Media의 'US Energy Storage Monitor'에 따르면, 2015년 신규 설비 중 리튬이온배터리 비중은 무려 96%에 달한다. 전년도의 72%에 비해서도 큰 폭으로 증가했다. 리튬이온배터리 ESS의 주도권은 당분간 계속될 것으로 보여 장기적인 성장세를 이어갈 것이다. 캘리포니아 주는

2020년까지 1.32GWh 규모의 리튬이온배터리 ESS를 추가하기 위한 테스트를 진행 중이다.

미국에만 해당되는 상황은 아니다. Navigant Research의 조사 결과에 의하면, 2016년 3분기에 발표된 글로벌 신규 ESS 설비 중 리튬이온배터리 비중은 83%에 달한다.¹²⁾

[그림 8] 미국 신설 ESS의 기술별 비중 추이 (분기)



자료: GTM, U.S. Energy Storage Monitor: 2015 Year in Review Executive Summary, 2016.3

12) PHES(Pumped Hydro Energy Storage) 기술 제외.



설비 규모의 제한에 대한 편견도 이미 깨져, 해마다 대형 설비 기록이 갱신되고 있다. 2017년 초 미국 남부 캘리포니아에서 Tesla와 AES, 그리고 Greensmith Energy 3개사가 동시 가동을 시작한 ESS 설비는 합산 규모 280MWh에 달한다. 가스 누출 사고로 폐쇄된 가스 발전소를 대체하기 위해 설치된 해당 설비는 각 사이트별 규모 80~120MWh 수준으로 각각이 이미 역대 최대 수준에 이른다. 현재까지는 이 중 120MWh의 AES 설비가 단일 사이트로서 가장 큰 규모로 기록되었는데, AES는 2021년 완공을 목표로 400MWh 규모의 프로젝트를 별도로 추진하고 하고 있어 기록 갱신은 이미 예정되어 있다.¹³⁾

다. 낮아지는 산업 경계

전기차와 배터리에 대한 문턱이 낮아지면서 이를 기반으로 새로운 형태의 사업도 나타나기 시작했다. 전기차 시장의 Game Changer 역할을 했던 Tesla가 이번에도 선봉에 섰다. 가정용 ESS를 완제품 형태¹⁴⁾로 출시하며 디자인 요소까지 갖춘 가전제품의 개념으로 집안까지 끌어들이는 것이다. Tesla는 태양광 시스템 설치 업체인 Solar City 인수를 통해 신재생 에너지 발전과 저장, 그리고 이를 이용하는 전기차와 관련 서비스까지 연계되는 클린에너지 기업으로 자사의 정체성을 확장시켰다.¹⁵⁾

경쟁사들도 이와 유사한 행보를 보이기 시작했다.

[그림 9] 전기차 기업이 출시한 다양한 가정용 ESS 제품들



주: 왼쪽부터 순서대로, Tesla의 Power Wall, Nissan-Eaton xStorage, Mercedes-Benz 제품(제품명 미정)
자료: 각사 홈페이지

13) Green Tech media, Bloomberg 기사내용 정리.

Green Tech Media, Tesla, Greensmith, AES Deploy Aliso Canyon Battery Storage in Record Time, 2017.2

Bloomberg, Tesla's Battery Revolution Just Reached Critical Mass, 2017.2

14) 가정용 Powerwall, 상업/유틸리티용 Powerpack.

15) Tesla는 공식적인 사명도 'Tesla Motors'에서 'Tesla'로 변경.



Nissan은 가정용 ESS 제품 'xStorage'를 2016년 말부터 유럽 시장에 출시했는데, 특이하게 재활용 배터리를 사용한 모델을 제품군에 포함시켜 선택의 폭을 넓히는 한편, Tesla와의 차별화를 꾀하고 있다. 배터리 자회사인 Accumotive를 통해 생산 능력을 급하게 늘려 온 Daimler도 최근 'Mercedes-Benz Energy America'를 신설하고 가정용 ESS 제품 출시를 준비하고 있다.

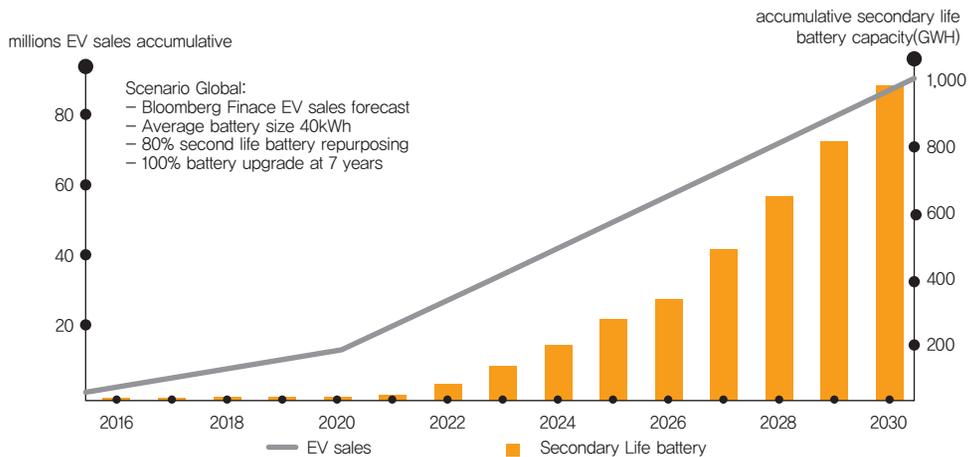
랩탑 컴퓨터, 스마트폰 등 주로 휴대용 IT 기기에 사용되는 소형 배터리는 단위 규모가 작고 유통 과정이 복잡해 제품을 수거, 선별하는 과정에 많은 비용이 소요된다. 많은 국가들은 제조사에 일정 수준의 수거 및 재활용 책임을 할당하고, 제조사들은 추가적인 비용 지출을 감내하고서라도 이를 수행해야 한다.

하지만 수천 배로 단위 용량이 커진 전기차 배터리의 경우 상황이 좀 다르다. 등록된 자산으로 이력 추적이 가능한 자동차를 통해 수거 과정이 수월 할 뿐만 아니라, 고가 부품인 만큼 추가적인 활용이 가능하다면 경제적인 추가 이윤 창출이 가능하다. 게다가 장기적인 연장 사용이 가능할 경우 자원 효율 극대화를 통한 환경 영향도 최소화할 수도 있다. 전기차를 통해 시중에 누적될 배터리에 대한 경제적인 활용 방안

4. 전기차 배터리의 재사용(Re-use)¹⁶⁾

가. 배터리 재사용 논의 배경

[그림 10] 전기차 누적판매 및 재활용 가능한 전기차 배터리 규모 전망



주: Bloomberg New Energy Finance 전기차 전망기준을 BEE에서 인용
 자료: 獨 Bundesverband Erneuerbare Energie(BEE), Second Life-batteries as Flexible Storage For Renewable Energies, 2016.4

16) 배터리를 소재 단위로 분해하는 재활용(Recycling)과 구분하고 의미를 명확히 하기 위해 본고에서는 재사용(Re-use) 또는 '재생'이라는 용어를 사용.



논의가 확대되는 배경이다. 독일 BEE는 2030년까지 재활용 가능한 전기차 배터리 누적량이 1TWh에 도달할 것으로 전망했다.

BEE, NREL¹⁷⁾ 등 신재생에너지 연구기관들은 일차 수명이 다한 전기차 배터리도 용도에 따라서 초기 용량의 70~80% 수준의 추가적인 사용이 가능할 것으로 분석했다. 전기차 배터리는 충·방전 횟수와 방전율, 사용 온도, 운전 습관 등 사용 조건에 따라 기대수명의 편차가 크기 때문에, 차량 제조사가 배터리 성능을 보수적으로 설계해 실제적으로는 더 오래 사용 할 수 있다는 것이다. 재사용 가능한 분야로는 ESS, 특히 전력 수요자와 인접한 용도의 소규모 ESS가 가장 유망할 것으로 보고 있다. 시장규모가 크고 성장성이 높은 반면 비용에 민감한 개인 소비자들이 주요 고객층이기 때문에, 저렴한 재사용배터리 수요 창출이 가능할 것이기 때문이다. 또한 혹독한 사용조건을 가정한 전기차 보다 온화한 환경에서 사용할 수 있어, 10년 이상의 장기 사용도 가능할 것으로 보고 있다.

나. 재생 방법 및 예상 경제성

전기차 배터리를 재사용하기 위해서는 가공 범위에 따라 크게 배터리 팩을 해체하여 모듈/셀 단위로 선별·재조립하는 방법과, 배터리 팩 단위 그대로 재사용하는 방법으로 분류할 수 있다.

우선 모듈과 셀 단위로 선별·재조립하는 경우 불량 모듈과 셀을 선별해내고 용도에 맞는 최적의 ESS를 재구성할 수 있다. 반면 추가 가공시간 및 비용이 소요되며, 안전 확보를 위한 까다로운 작업환경이 필요하다. 또한 작업자의 숙련도와 공정단계 및 규모에 따라 비용 편차가 발생할 수 있다.

배터리 팩 단위 그대로 재사용 하는 경우에는 프로세스 단축을 통한 비용절감이 가능한 장점이 있다. 반면 배터리 팩 비표준화로 용량확대를 위해서는 설계적인 제약이 존재한다. 전기차용 배터리팩은 자동차 Segment, 크기, 주행 특성 등에 따라 모양과 탑재 위치가 천차만별이기 때문이다.

재생배터리의 예상 가격 수준은 사용 조건 및 상태에 따라 달라지지만, NREL은 2015년의 연구를 통해 재생배터리의 이론적 판매가격을 신규 제품 대비 30~70% 수준으로 분석했다.¹⁸⁾ 신규 배터리 가격이

[그림 11] 차종별 상이한 디자인의 배터리 팩



자료: 각 기업 발표자료 종합

17) National Renewable Energy Laboratory.

18) 기본가정 : 전기차 2만5000대/연간, 단위 모듈 5KWh, 배터리 상태 분석 위한 데이터 확보 가능.



〈표 3〉 배터리 재사용 방법에 따른 장단점 비교

직접 재사용(Direct Re-use)		분해/조립 (Module Configuration)	
장점	단점	장점	단점
간편한 공정	용도별 최적화 어려움	용도별 최적화 가능	추가 가공시간 소요
부품 대부분 재사용	Communication Interface 추가 필요	BMS 및 냉각 시스템 최적화 가능	신규 환경설정 필요
저렴한 비용	팩 단위 확장	모듈/셀 단위 확장	상대적 고비용

자료: ResearchGate, A cost analysis of electric vehicle batteries second life businesses, 2014.7

〈표 4〉 Case별 재사용 배터리 가공비용 및 판매가 분석 결과

신규 배터리 가격(US\$/KWh)	Second Use DOD*	Vehicle**	배터리 Health Factor	가공 완료된 배터리 판매 가격(US\$/KWh)	배터리 구입비 (US\$/KWh)	가공비 (US\$/KWh)
250	60%	BEV75	0.33	83	51	32
		PHEV20	0.29	73	43	30
	50%	BEV75	0.72	180	131	49
		PHEV20	0.65	163	117	46
150	60%	BEV75	0.33	50	24	26
		PHEV20	0.29	44	19	25
	50%	BEV75	0.72	108	72	36
		PHEV20	0.65	98	64	34

자료: National Renewable Energy Laboratory(NREL), 2015.2

* DOD(Depth of Discharge) : 방전심도, 비율이 높을수록 방전량이 많은 사용 환경

** BEV75 - 75mile range 전기차용 배터리, PHEV20 - 20 mile range PHEV용 배터리

높을수록 중고배터리 매입비가 높아지기 때문에 배터리 구입비가 가장 중요한 비중을 차지하는 반면, 신제품 가격이 낮아질수록 가공비의 비중이 증가하게 된다. 또한 작업자의 숙련도가 운영효율에 큰 영향을 미치기 때문에 셀 단위로 분해 가공은 경제성 확보가 어려울 것으로 보고 있다. 종합적으로 판단하자면, 비용 최소화를 위해서는 단일차종, 모듈단위 이상의 배터리를 가공해야 한다는 기본 전제조건이 도출된다. 결국

판매량이 많은 전기차 모델이 배터리 재사용 사업에도 유리하다.

다. 해외 사례 및 국내 현황

1) 해외 사례 - 메이저 자동차사가 주도

해외 자동차사들은 배터리 리스, 교환 프로그램 등



전기차 판매와 연계된 다양한 서비스를 통해 중고 배터리 확보가 상대적으로 용이하다.¹⁹⁾ 따라서 전기차 제조사들이 배터리 재사용 사업에 대한 관심이 높고 적극적인 편이다. 다만 ESS 설계/제작, 전력제어 및 수요관리 등 ESS 관련된 역량은 보완이 필요하기 때문에 대부분 독자추진보다는 관련 기업들과 협력 하에 사업을 진행하는 형태가 일반적이다.

가) 가정용/상업용 ESS 제품 제작

Nissan은 영국의 전력관리기업 Eaton Energy와 협력하여 가정용ESS ‘xStorage’ 를 기획하여 2016년 말부터 유럽 시장을 대상으로 판매를 시작했다. xStorage는 6개의 제품군으로 구성되어 있으며 신규 배터리와 재생 배터리를 모두 선택할 수 있는데, 재생배터리를

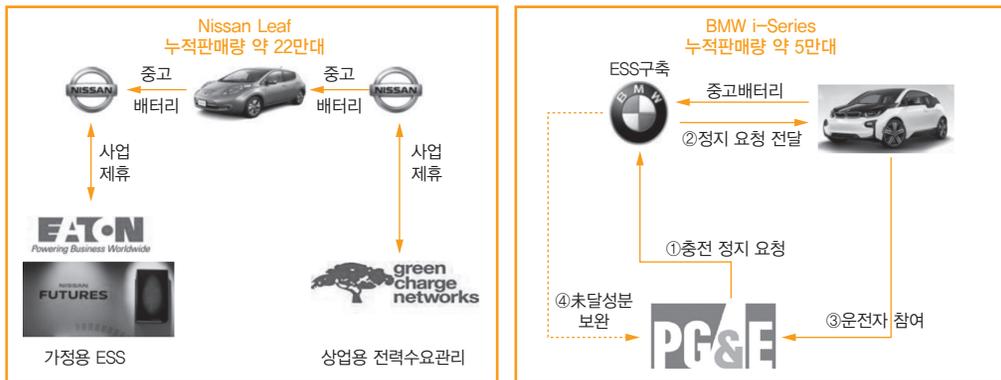
사용한 제품의 판매 가격이 약 30% 가량 저렴하게 책정되었다.²⁰⁾ 재생배터리 모델은 중고 Leaf 배터리모듈 12개를 재가공하여 제작한다.

BMW도 중고 i3 배터리를 활용한 가정/상업용 ESS 시장 진출계획을 2016년 발표하였다. 22KWh, 33KWh 두 가지 용량의 제품을 출시할 계획이며, 독일의 Beck Automation이 배터리 가공과 제조를 담당할 예정이다.

나) ESS 기반으로 다양한 시범 사업 도입

Nissan은 미국에서는 전력관리 Start-up 기업인 Green Charge와 협력하여 Leaf 중고배터리를 활용한 상업시설의 전력관리 서비스도 개시했다. 사용자 측에 ESS를 무상설치해주고 전력비용 절감 중 일부

[그림 12] Nissan의 재생 배터리 사업 모델과 BMW ‘i ChargeForward Project



자료: 포스코경영연구원 중합

19) Nissan은 2014년부터 구형 Leaf 배터리 반납조건으로 배터리 교체 서비스를 시행 중이며, 반납된 구형 배터리에 대해서는 USD 1천의 가치를 인정.

20) Energy storage.news 기사 내용을 참고., Nissan and Eaton add new xStorage Home options as European pre-orders begin, 2016.12



를 수익으로 회수하는 방식이다. BMW도 스웨덴 발전 기업 Vattenfall, 독일 Bosch와 공동으로 i3배터리를 활용한 2MWh 규모의 ESS를 구축하고, Grid에 연계한 필드 테스트를 진행 중이다. 설비구축에 i3 100대 분 이상의 배터리가 소요된다. BMW가 중고배터리를 공급하고, Bosch가 배터리가공 및 ESS 설비를 구축, Vattenfall이 ESS설비를 운영하는 방식으로 역할을 분담했다.

BMW는 또한 미국 PG&E²¹⁾와 협력한 DR²²⁾ 시범 프로젝트 'BMW i Charge Forward'를 위해 100KWh 규모의 ESS를 구축하고 운영 중이다. 캘리포니아 지역 i3 운전자 100명을 대상으로 한 시범 프로젝트로, 피크시간 PG&E 요청에 따라 운전자들이 충전을 미뤄 피크수요를 저감하는 개념이다. 운전자 참여 미흡으로 사전에 계획된 수요량 절감이 달성되지 못할 경우에는 미달 분만큼을 BMW가 ESS에 저장된 전력을 송출해 보조한다.

2) 국내 현황 - 정부 주도의 초기 기반 조성

2016년까지 국내 전기차 누적 판매량은 약 1만대 수

준으로, 2020년 목표인 25만대 달성이 현실적으로 매우 어려운 상황이다. 2016년 상반기 판매량은 768대로 전년 동기 860대 대비 오히려 하락하기도 했다. 폐차, 교환 등이 본격화되는 10년 후부터 중고 배터리 활용이 가능하다고 가정하면, 국내에서는 조달이 어려울 정도로 유통량이 현저하게 부족하다고 볼 수 있다.

시장을 주도하는 'Killer App' 전기차 모델도 딱히 없다. 2016년 5월까지 누적 기준으로 전기차 모델별 판매량은 19~235대 수준에 불과하다.²³⁾ 재생배터리 활용 시 가공비 최소화를 위한 기본 전제 조건인 '단일 차종 & 모듈 단위 배터리' 기반이 아직 형성되지 않고 있는 셈이다.

정부에서는 전기차 배터리 누적에 따른 장기 대비책이 필요함을 인지, 관련 지원을 시작하긴 했으나 대부분 기획 또는 준비단계 수준에 그친다. 산업통상자원부는 2015년 말부터 시작된 'xEV 폐배터리를 이용한 ESS(500KWh급) 기술 개발 및 실증 사업'을 통해 3년간 총 60억 원의 사업비를 지원하고 있다. 배터리 잔존 가치를 등급별로 산정해 합리적인 거래기준을 마련하는 것을 목표로 한다.

〈표 5〉 주요국의 전기차 누적 판매량

구분	미국	중국	일본	한국	전 세계
누적판매량(천대)	561	663	148	10	2,031
비중(%)	28	33	7	0.5	100

주: BEV + PHEV 합계 기준
 자료: IEA, Global EV Outlook 2016, 2016
 www.EV-Volumes.com

21) Pacific Gas and Electric Company, 중/북부 캘리포니아 전력서비스 기업.
 22) Demand Response, 전력 상황에 따른 실시간 수요 통제 프로그램.
 23) 동 기간 Model S, Leaf는 미국에서만 각각 8,400대와 4,700대가 판매.



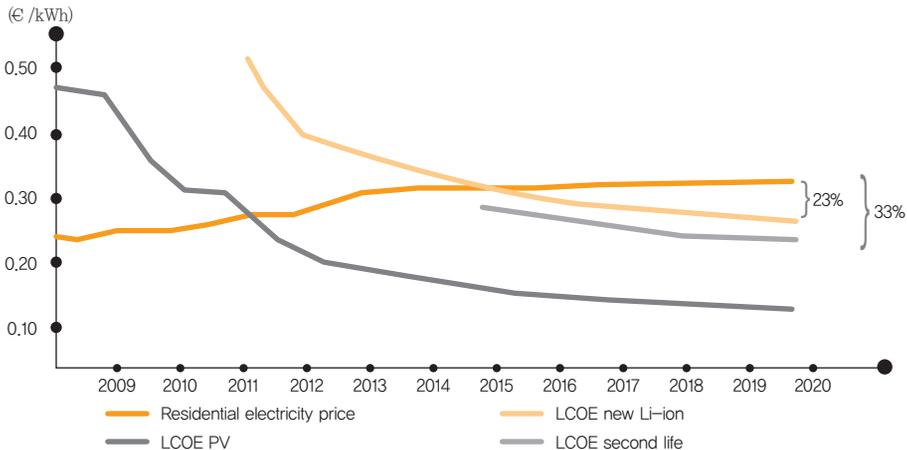
지자체 차원에서는 전기차 보급에 앞장선 제주도가 가장 적극적이다. 제주도는 폐배터리 재활용센터를 포함한 13만㎡ 규모의 'EV타운' 조성계획을 구상 중이다. 2021년까지 약 1,600억 원을 투자하여 부지 내 안전검사, 유지보수, 충전 및 폐배터리 재활용센터 등 관련기능을 한군데 모은 클러스터형 타운을 계획하고 있다. 다만 부동산 가격 급상승에 따른 경제성 확보 여부 및 대규모 재원 소요 등 선결이슈가 산재해 있다. 앞서 제주도가 추진했던 'IT중심 도시첨단산업 단지 조성계획'이 부지조성 원가상승으로 보류된 최근 사례를 고려하면, 해당 사업 역시 대규모 부지조성에 난항이 예상된다.²⁴⁾ 결국 정부 주도의 국내 사업 지원은 구체적인 실질 효력 발생에 상당기간이 소요될 것으로 예상된다.

5. 전망 및 시사점

전기차 제조사들은 2020년대 중반 이후부터는 전기차가 전통적인 내연기관 자동차와 정부 보조금 없이도 본격적인 경쟁을 할 수 있을 것으로 보고 있다. 이러한 주장의 중심에는 배터리 가격 하락과 기술 발전에 대한 자신감이 자리하고 있다. 배터리 경쟁력 확대는 신재생 에너지 발전 확산에 따른 분산 발전의 역할 증가와 함께 ESS 보급을 확대시킬 핵심 요인이다.

신제품 제조 경쟁력 확보와는 별개로, 재생배터리의 성능과 경제성을 기대만큼 확보할 수 있다면 가격에 특히 민감한 주거용 소비자들을 참여시켜 ESS 시장의 성장을 한 단계 더 도약시킬 기폭제가 될 수 있다. BEE는 2020년을 기준으로 재생배터리를 활용한 태양광 발

[그림 13] 독일의 가정용 태양광+ESS 시스템 비용 추이 및 전망



자료: 獨 Bundesverband Erneuerbare Energie(BEE), Second Life-batteries as Flexible Storage For Renewable Energies, 2016,4

24) 2016년 8월 7일 뉴스원 기사 "제주도, 전국 최초 전기차 타운 만든다." 내용을 참조하여 작성.



전과 ESS의 통합 시스템이 신규 배터리 ESS 대비 약 10% 더 경제적으로 우세할 것으로 예측했다.²⁵⁾ 결코 무시 못 할 수준으로, 규모 확대를 통한 수익 창출의 수단으로 프로슈머(Prosumer) 역할에 뛰어드는 소비자들의 등장과 역할 확대도 충분히 예상 가능할 것으로 보인다.

재생배터리 활용이 본격적으로 이루어지기 위해서는 배터리의 신뢰성을 담보할 수 있는 실증 평가가 보다 다양하게 진행되고 정보 공유도 활발하게 이루어져야 한다. 특히 배터리 상태 파악을 위해서는 차량 운행과 관련된 기록과 표준 진단 킷 설치 등을 통한 데이터 추적이 필요한데, 관련 자료는 대부분 자동차 사들의 기밀 자료로 쉽게 공유되기 어렵다. 따라서 전기차 제조사들과의 긴밀한 협업관계 구축이 사업의 핵심 요건이 될 가능성이 높다.

아울러 설비 등의 하드웨어 문턱이 낮아지면서 ESS 산업의 핵심 경쟁력은 분석, 설계 등의 소프트웨어 영역으로 더욱 빠르게 이동할 것으로 예상된다. McKinsey는 최근의 조사 결과를 통해, 동일용도 ESS의 수익성이 배터리 특성에 따라 최대 80%까지 달라질 수 있다는 사실을 확인하였다. 재생배터리 등의 선택 가능한 옵션이 증가할 경우 이러한 추세는 더욱 가속화될 가능성이 높다. 사용자의 정밀한 수요 예측, 최적 설계와 제어 등 소프트웨어 경쟁력이 뒷받침된다면, 요구 성능을 만족시키는 동시에 재생배터리를 통한 비용 최소화가 가능하기 때문이다.

참고문헌

〈국내 문헌〉

SNE, “글로벌 전기차 시장의 폭발적 성장과 주요 이슈 분석,” 2016.4
 뉴스원, “제주도, 전국 최초 전기차 타운 만든다,” 2016.8.7
 서울경제, “시동 꺼진 국내 전기차 시장,” 2016.6.13
 한국일보, “세계서 폭발적 성장 전기차, 한국만 ‘후진 중,’” 2016.7.13

〈외국 문헌〉

Bloomberg, “Tesla Flips the Switch on the Gigafactory,” 2017. 1
 Bundesverband Erneuerbare Energie(BEE), “Second Life-batteries as Flexible Storage For Renewable Energies,” 2016.4
 easyLi, “Second Life Electric Vehicle Batteries: A Major Opportunity for Behind-The-Meter Energy Storage Systems,” 2015.10
 Energy storage.news, “Nissan and Eaton add new xStorage Home options as European pre-orders begin,” 2016.12
 GreenTechMedia, “Nissan, Green Charge Networks Turn ‘Second-Life’ EV Batteries Into Grid Storage Business,” 2015.6
 _____, “U.S. Energy Storage Monitor: 2015 Year in Review Executive Summary,” 2016. 3
 GreenTechnica, “Nissan Reuses EV Batteries For Home Energy Storage - xStorage,” 2016.5

25) Levelized Cost of Electricity - 건설 및 운영비용을 포함한 KWh당 비용.



- IEA, "Global EV Outlook 2016," 2016
- InsideEVS, "Bosch Cooperates with BMW and Vattenfall in Second Life Battery Project," 2015.2
- JP Morgan, "Global xEV Components," 2016.5
- Macquarie Research, "Asia battery Accelerating the charge for auto," 2015.11
- McKinsey & Co., "The New Economics of Energy Storage," 2016.8
- NREL, "Identifying and Overcoming Critical Barriers to Widespread Second Use of PEV Batteries," 2015.2
- ResearchGate, "A Cost Analysis of Electric Vehicle Batteries Second Life Businesses," 2014.7

〈웹사이트〉

Navigant Research(<http://www.navigantresearch.com>)