

글로벌 시장동향보고서

....

배터리 산업
(Battery Industry)



글로벌 시장동향보고서

배터리 산업
(Battery Industry)



목차

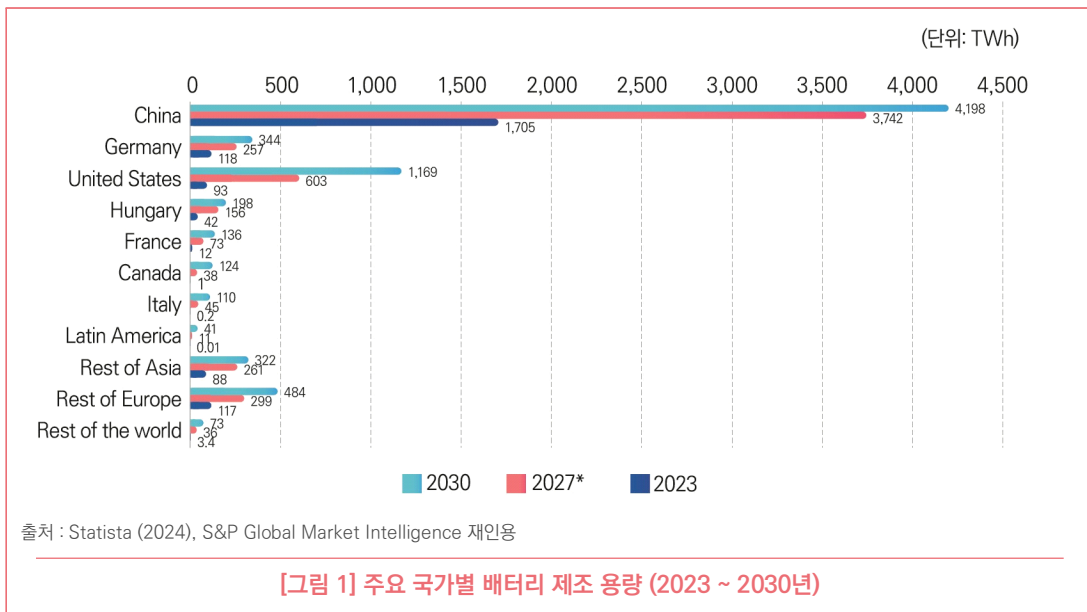
1. 개요	2
2. 배터리 에너지 시스템 현황	5
참고문헌	10

1 개요

▶ 글로벌 배터리 제조 용량은 2030년까지 3배 이상 성장할 것으로 예상되며, 2030년 말에 7테라와트시(TWh)*를 넘어설 것으로 예상

*와트시(Wh)는 1와트(W)의 전력을 1시간 동안 사용했을 때의 에너지 양(전력량)

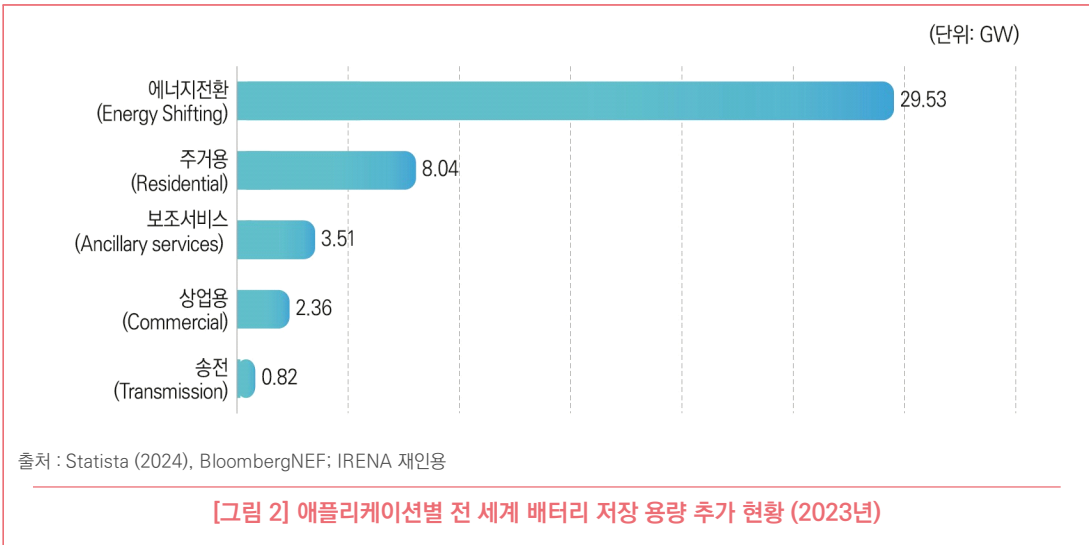
- 배터리 제조 용량의 급증은 지속 가능한 전력 시스템으로의 전 세계적 전환에서 에너지 저장의 중요한 역할을 반영
- 중국은 2023년에 글로벌 배터리 용량의 약 78%를 차지할 것으로 예상되며, 2030년에 4,198TWh를 제조하며 부동의 1위 자리를 유지할 것으로 예상되나 점유율은 58%로 감소할 것으로 예상



- 중국이 배터리 시장을 선도하는 가운데, 2023년 독일이 세계 2위 시장으로 자리매김했고, 미국이 그 뒤를 이었으나 2027년에는 미국이 독일을 추월할 것으로 예상
- 미국과 유럽은 2030년까지 배터리 용량의 16%와 17%를 차지할 것으로 예상되는데, 이는 2023년의 4%와 13%에서 증가한 수치

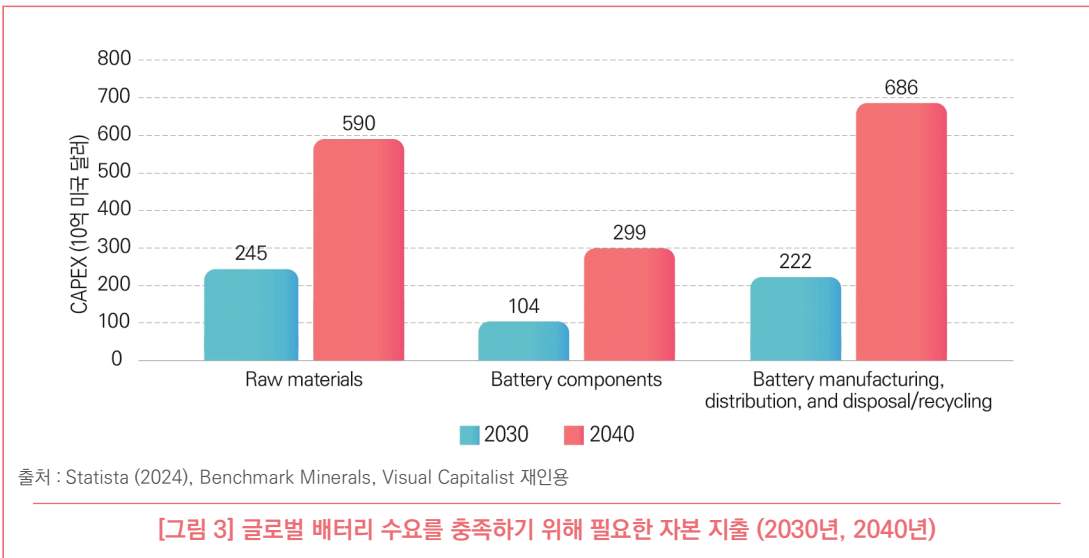
▶ 2023년에는 배터리 저장 용량 추가(Battery storage capacity additions)는 44기가와트를 넘어섰으며, 에너지 전환에 사용된 비율이 가장 높음

- 2023년 배치된 배터리 저장 용량의 절반 이상이 전력망 부담을 줄이기 위한 에너지 전환에 사용되었으며, 그 뒤를 이어 주택 부문에 사용됨



▶ 배터리에 대한 수요가 향후 몇 년 동안 증가할 것으로 예상됨에 따라 배터리 산업의 상류, 중류, 하류 부문에 대한 투자 필요성도 증가하고 있음

- 배터리 자본 지출은 원자재 추출 및 재활용, 배터리 제조 부문에서 가장 높을 것으로 예상

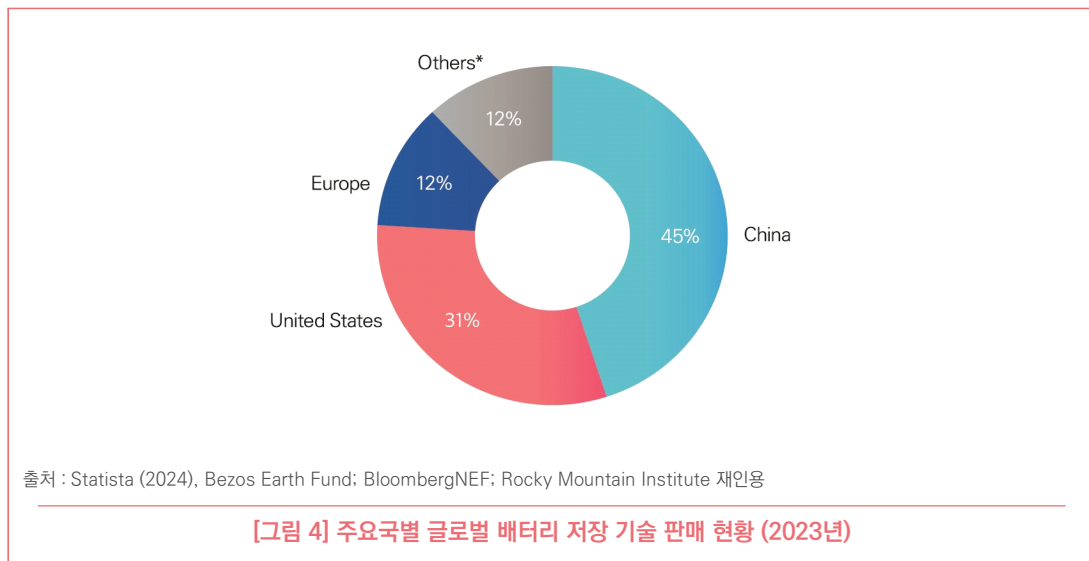


- 배터리 원자재(raw materials)의 경우 2030년 245억 달러 규모에서 2040년 590억 달러로 약 2.4배 증가할 것으로 예상
- 배터리 부품(Battery components) 투자는 2030년 104억 달러 규모에서 2040년 299억 달러로 약 2.9배 증가할 것으로 예상되며, 양극재·음극재·전해액·분리막 등 핵심 중간재 공정 투자가 급증하는 것으로, 소재 단에서의 병목(밸류체인 병목) 해소 필요성을 반영

- 배터리 제조·유통·재활용(Battery manufacturing, distribution, disposal/recycling) 투자는 222억 달러에서 686억 달러 규모로 2040년 가장 많은 비중을 차지할 것으로 전망되며, 기가팩토리 확충, 물류·BaaS(배터리 as a service) 인프라, 폐배터리 재활용 공정 강화 등이 주요 투자 영역으로 예상

▶ 2023년 주요 지역별 전세계 배터리 저장기술(Battery Storage Technology) 판매는 중국·미국·유럽의 3대 권역이 시장 대부분을 점유하고 있으며, 중국의 우위가 매우 뚜렷

- 배터리 자본 지출은 원자재 추출 및 재활용, 배터리 제조 부문에서 가장 높을 것으로 예상

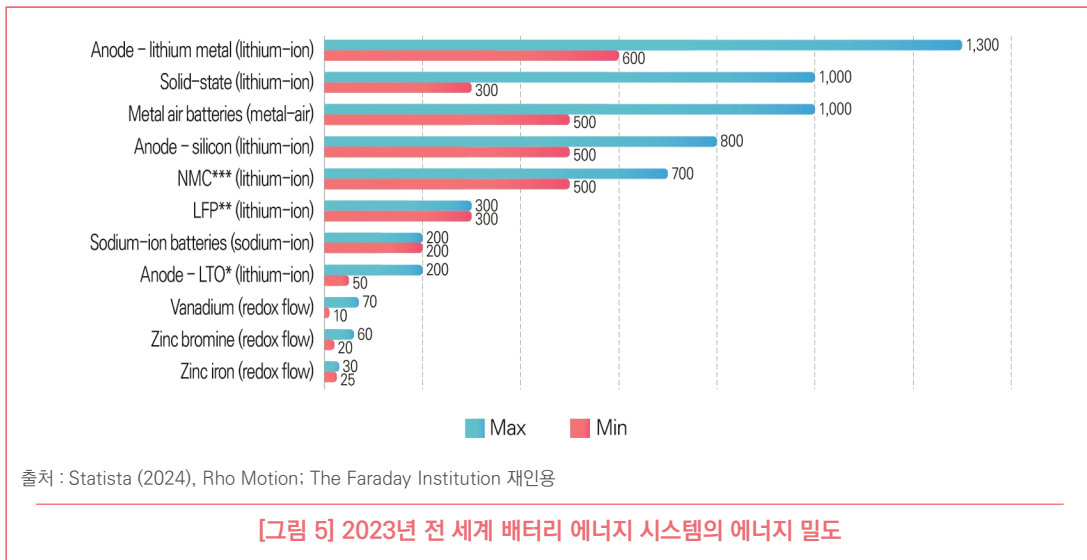


- 중국은 전 세계 배터리 저장 기술 판매의 거의 절반(45%)을 차지하며 압도적으로 1위를 차지하였으며, 소재·제조·팩(Pack)·시스템 통합까지 전 주기 밸류체인 지배가 강점
- 미국은 시장 점유율 31%로 2위를 차지하였으며, IRA 정책(Inflation Reduction Act) 이후 배터리 제조 및 에너지저장 시스템 시장이 빠르게 확장
- 유럽은 점유율 12%로 전력시장 규제와 투자지연 문제로 ESS 확산 속도가 상대적으로 느리며, 원료·부품 공급에서 중국 의존도가 높아 자체 경쟁력이 다소 취약
- 한국·일본·호주 등 기타 국가는 12%를 차지하였으며, 한국은 LG에너지솔루션, 삼성SDI 등은 ESS 및 EV 배터리 강자이나, 배터리 저장 기술 판매 범주에서 중국·미국 대비 시장 직접 점유율은 낮게 반영됨

2 배터리 에너지 시스템 현황

▶ 2023년 기준 리튬메탈이 에너지 저장 장치 중에서 가장 큰 체적 에너지 밀도*를 차지했으며, 전고체, 금속공기 기술이 고밀도 기술로 경쟁 중

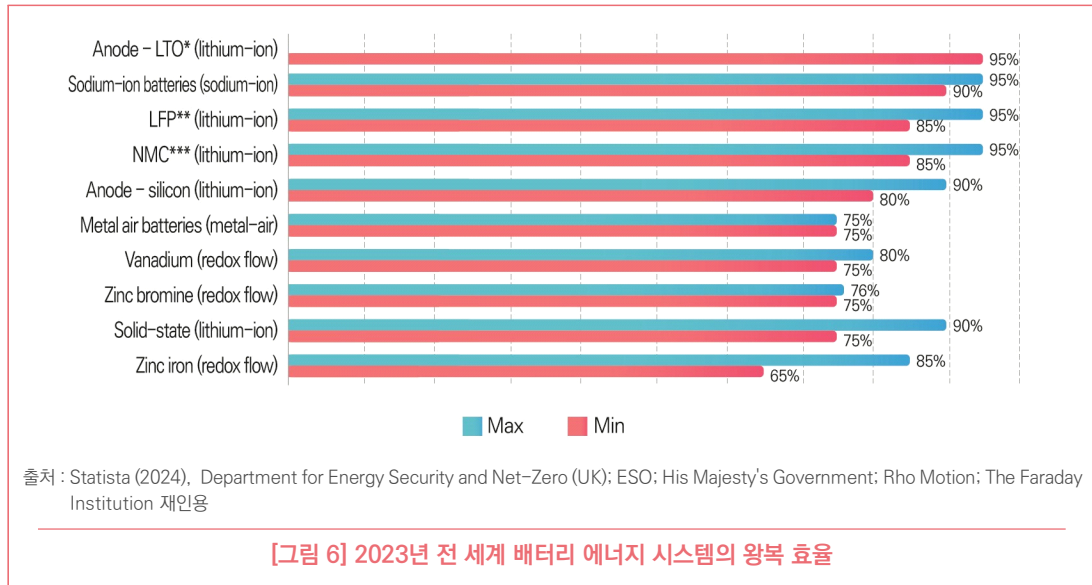
* 체적 에너지 밀도(Volumetric Energy Density)는 배터리가 일정 부피당 얼마나 많은 에너지를 저장할 수 있는지를 나타내는 지표로, 전기차·ESS·모빌리티 등 모든 응용 분야에서 배터리 성능을 결정하는 핵심 요소



- 리튬메탈 음극(Anode-lithium metal, lithium-ion)은 최소 600Wh/L에서 최대 1,300Wh/L 밀도로 모든 기술 중 가장 높은 에너지 밀도를 보였으나 안전성·수명·덴드라이트 문제로 상용화는 제한적
- 전고체 배터리(Solid-state, lithium-ion)는 최소 300Wh/L에서 최대 1,000Wh/L 밀도로 2순위를 차지했으며, 이론상 리튬메탈 못지않은 고밀도 구현 가능하고 안정성(비가연성) 측면에서 가장 주목받는 차세대 기술로 토요타, 삼성, 현대차 그룹 등이 집중 개발 중
- 금속공기전지(Metal-air battery)는 산소를 외부에서 받아들이는 구조라 이론적 에너지 밀도가 매우 높으나 충방전 반응성, 수명 등의 문제로 아직 연구단계 수준
- 실리콘 음극(Silicon anode, lithium-ion)은 기존 흑연 대비 이론적 에너지 저장용량이 약 10배로 팽창 문제 해결 시 대량 적용이 가능
- NMC(리튬 니켈 망간 코발트 산화물)는 현재 고성능 전기차의 주력 양극재로 니켈 비중의 증가로 고밀도·장거리를 구현하고 있으나 열안전성 이슈로 BMS, 냉각시스템 등이 중요
- LFP(리튬인산철, lithium-ion)은 안전성, 수명, 가격에서 뛰어나지만 최소·최대치 모두 약 300 Wh/L 수준의 밀도를 보이며 고밀도 구현에서 한계를 보임
- 나트륨 이온(Sodium-ion battery)은 저비용 배터리의 미래 기술로 원소 확보가 용이하지만 에너지 밀도가 낮아 EV보다는 ESS, 마이크로모빌리티에 적합하다는 평가

▶ 2023년 전 세계 배터리 에너지 시스템의 왕복 효율(Round-trip efficiency, RTE)*을 주요 배터리 기술별로 비교하였을 때, 리튬 이온 및 나트륨 이온 배터리의 효율성은 80% 이상으로 나타남

* 배터리에 저장한 에너지 중 실제로 다시 꺼내 쓸 수 있는 비율을 의미하며, 에너지저장장치의 경제성과 전력품질 평가에 매우 중요한 지표

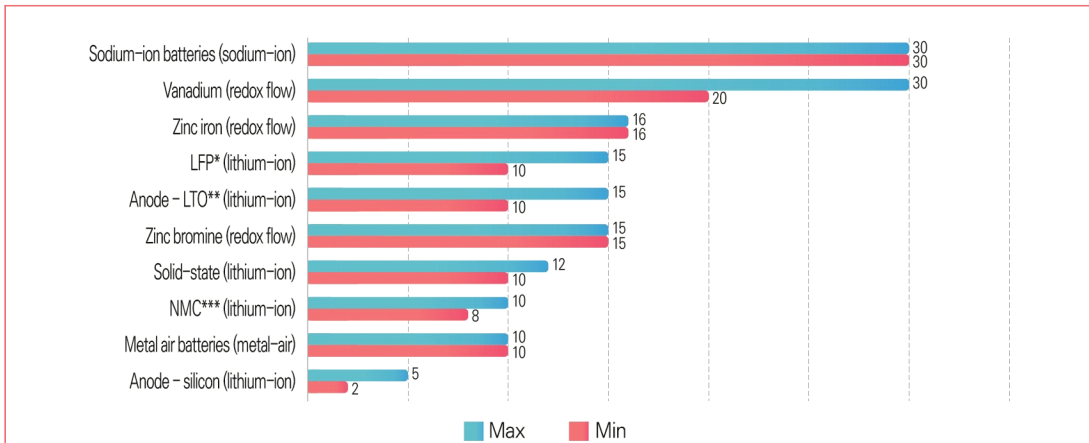


- LTO(리튬티타늄산화물)은 가장 높은 효율 구간을 보유한 기술로 충전·방전 과정에서 손실이 매우 적고 수명도 뛰어남
- 나트륨이온(Sodium-ion)은 예상보다 높은 효율 수준으로 상용화 초기임에도 경쟁력이 확인되었으며, 저비용·안전 중심 기술로 ESS 시장에서 유망
- LFP(리튬인산철)은 보급형 EV와 ESS 분야에서 널리 사용되고 있으며 높은 안정성과 긴 수명을 가진 기술
- NMC(고니켈계)는 고에너지밀도 EV 배터리의 주력 기술로, 왕복효율은 LFP와 유사하나, 고전압 구조로 손실이 다르게 나타날 수 있으며, 효율보다 출력·고밀도 특성이 주요 강점
- 실리콘 음극은 차세대 리튬이온 구조지만 팽창 문제 등으로 효율이 다소 낮음
- 금속공기전지는 효율이 비교적 낮고 수명 문제로 ESS 상용화는 아직 제한적이며, 에너지 밀도는 매우 높지만 왕복 효율은 기술적 난제
- 바나듐 레독스 플로우(Vanadium redox flow)는 전력망용 장주기 ESS에서 가장 많이 논의되는 기술로 효율보다 안정성·무한 사이클링이 핵심 강점으로 용량 확장이 쉽고 유지비가 저렴
- 아연-브로민 플로우(Zinc bromine)는 대형 ESS 시장에서 바나듐 대안으로 부상하고 있으며, 효율은 비슷하지만 자원 접근성·원재료 가격 면에서 유리
- 전고체 배터리는 높은 밀도 대비 효율은 셀 구조·전해질 재료에 따라 편차가 크게 나타남

▶ 2023년 전 세계 배터리 에너지 시스템의 서비스 수명(Service lifetime)*을 기술별로 비교했을 때, 나트륨 이온 배터리가 최장 30년의 서비스 수명을 보였으며, 완충 시간과 작동 온도 범위도 나트륨 이온 배터리가 가장 좋은 성능을 보임

* 서비스 수명은 배터리가 실제 현장에서 몇 년 동안 안정적으로 사용될 수 있는지를 나타내는 지표로, ESS·전력망용 저장장치·EV 등 응용 분야의 경제성을 결정하는 핵심 요소

- 나트륨 이온 배터리는 30년 서비스 수명을 보이며 가장 긴 서비스 수명을 보였으며, 바나듐 레독스 플로우는 20~30년 서비스 수명을 보임
- 실리콘 배터리는 2~5년으로 가장 짧은 서비스 수명을 보여 고밀도 배터리 개발 연구는 활발하지만 상용화는 초기 단계로 볼 수 있음



출처 : Statista (2024), HM Government of Gibraltar; Rho Motion; The Faraday Institution 재인용

[그림 7] 2023년 전 세계 배터리 에너지 시스템의 서비스 수명

- 2차 전지 중에서도 나트륨 이온 배터리는 5~15분의 완충 시간을 보이며 압도적으로 빠르게 나타났으며, 작동 온도도 -20℃+50℃로 넓은 온도 범위에서 안정적으로 동작
- 리튬 이온 배터리는 2~4시간의 완충 기간을 보이며 고밀도 특성으로 인해 충전 속도는 나트륨 대비 느리며, 작동 온도는 0℃~40℃로 낮은 온도에서 성능 저하가 나타나며 극한 환경에서는 제한적

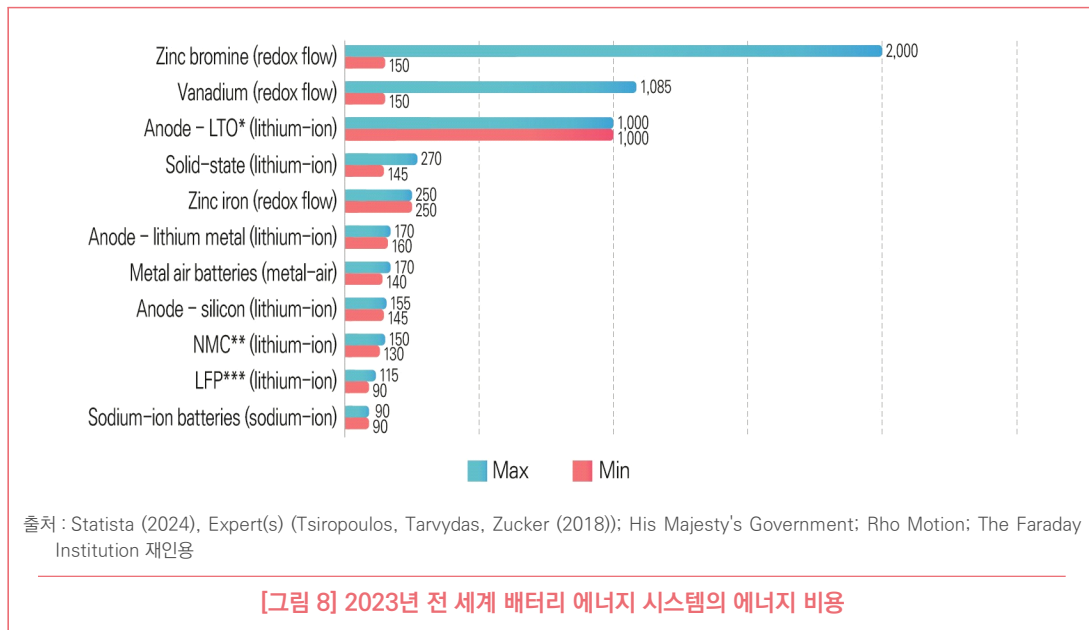
<표 1> 2023년 전 세계 배터리 성능 특성

Chemical	충전 완료 시간	작동 온도 범위
나트륨 이온	5~15분	-20℃ ~ +50℃
리튬 이온	2~4시간	0℃ ~ 40℃
납산	8~12시간	22℃ ~ 30℃
니켈 아연	5시간	20℃ ~ 35℃

출처 : Statista (2024), Natron Energy 재인용

▶ 2023년 전 세계 배터리 에너지 시스템의 에너지 비용(US\$/kWh)*을 기술별로 비교했을 때, 아연 브롬 전지의 에너지 비용이 가장 높게 나타났으며, 나트륨 이온 전지가 가장 낮은 에너지 비용을 보임

- * 1kWh의 에너지를 저장하기 위해 필요한 비용을 나타내며, 배터리 경제성을 비교하는 데 핵심적인 지표로 사용
- 아연 브롬 전지의 에너지 비용은 150~2,000\$/kWh로, 모든 기술 중 가장 높은 비용 범위를 보였으며, 재료 안정성은 높지만 초기 설치비가 높아 단주기 ESS에는 비경제적
- 바나듐 전지의 에너지 비용은 150~1,085\$/kWh로, 바나듐 원재료 가격 영향이 매우 큼
- LTO의 에너지 비용은 1,000\$/kWh로, 비용이 높으나 수명·안정성·속도 면에서 장점이 있으며, 특수 ESS, 군수, 산업용 전력장치에 주로 사용
- 전고체체의 에너지 비용은 145~270\$/kWh로, 고체 전해질 소재 비용이 높아 단기적으로는 고가이나 향후 대량 상용화 시 하락 여지가 존재
- 아연-철 배터리의 에너지 비용은 250\$/kWh로, 경제적 개선 가능성이 존재
- NMC는 130~150\$/kWh의 에너지 비용을 보이며 성능(고밀도·출력) 대비 가격 경쟁력이 우수하나 고니켈화 시대에 원재료 가격 변동에 영향을 받을 것으로 예상
- LFP는 리튬이온전지 중 가장 비용 효율적으로 나타나 ESS와 보급형 EV 배터리 시장을 장악하고 있는 이유를 보여줌
- 나트륨 이온은 90\$/kWh으로 가장 저렴한 에너지 비용을 보였으며, 이는 원재료 비용이 낮고 제조 공정도 단순하기 때문으로 파악



▶ 나트륨 이온 배터리는 현재 주로 사용되는 리튬 배터리에 비해 비용, 광범위한 온도 범위, 인화성 등 여러 가지 장점을 제공하기 때문에 점점 더 인기를 얻고 있음

- 나트륨 이온 배터리는 리튬 이온 배터리보다 비용이 적게 들고 안전한 대안이며 광범위한 온도 범위에서 더 나은 성능을 보임
- 또한, 나트륨은 리튬과 달리 자연에 풍부하여 중요 희소자원이 불필요하여 공급망 리스크가 훨씬 낮고 가격 변동성도 낮음
- 다만 나트륨 이온 배터리의 단점 중 하나는 에너지 밀도가 낮다는 것으로 동일한 무게·크기에서 리튬 이온 배터리가 더 많은 에너지를 저장할 수 있고, 리튬 이온 전지가 전압이 높아 고출력·고성능 장치에 적합

〈표 2〉 나트륨 이온 전지와 리튬 이온 전지 성능 비교

구분	나트륨 이온	리튬 이온
에너지밀도(Wh/kg)	160	250
사이클 수명(회)	4,000	2,000
전압(Volts)	3.7	4.0
에너지 효율(능률)	낮음 (lower)	높음 (higher)
안전성	높음 (high)	중간 (medium)
희소성·핵심 소재	희소자원 불필요	코발트, 니켈 등 필요
비용	낮은 비용, 낮은 가격변동성	더 비싸고, 가격 변동 폭 큼
크기	부피가 크고 무거움	가벼움
저온 성능	우수	낮음
충전 및 방전 시간	빠름	상대적으로 더 긴 시간 필요
인화성	불연성	인화성
재활용성	보통	어려움

출처 : Statista (2024), Natron Energy 재인용

 참고문헌

- Statista. (2024.11). Battery industry worldwide
- S&P Global Market Intelligence. (July 26, 2024). Leading countries by battery manufacturing capacity worldwide in 2023, with a forecast for 2027 and 2030 (in gigawatt-hours) [Graph]. In Statista. Retrieved January 23, 2025, from <https://www.statista.com/statistics/1483282/battery-capacity-global-leading-countries-forecast/>
- IRENA. (September 24, 2024). Battery storage capacity additions worldwide in 2023, by application (in gigawatts) [Graph]. In Statista. Retrieved January 23, 2025, from <https://www.statista.com/statistics/1496508/battery-storage-capacity-additions-by-application-worldwide/>
- The Faraday Institution, & Rho Motion. (September 14, 2023). Volumetric energy density of battery energy systems worldwide in 2023, by technology (in watt-hours per liter) [Graph]. In Statista. Retrieved January 22, 2025, from <https://www.statista.com/statistics/1423001/energy-density-of-battery-energy-systems/>
- The Faraday Institution, & Rho Motion. (September 14, 2023). Gravimetric energy density of battery energy systems worldwide in 2023, by technology (in watt-hours per kilogram) [Graph]. In Statista. Retrieved January 23, 2025, from <https://www.statista.com/statistics/1422973/specific-energy-of-battery-energy-systems/>
- The Faraday Institution. (September 14, 2023). Round trip efficiency of battery energy systems worldwide in 2023, by technology (in percentage) [Graph]. In Statista. Retrieved January 23, 2025, from <https://www.statista.com/statistics/1423012/efficiency-of-battery-energy-systems/>
- The Faraday Institution, & Rho Motion. (September 14, 2023). Service life of battery energy systems worldwide in 2023, by technology (in years) [Graph]. In Statista. Retrieved January 23, 2025, from <https://www.statista.com/statistics/1423059/life-of-battery-energy-systems/>
- The Faraday Institution, & Rho Motion. (September 14, 2023). Energy cost of battery energy systems worldwide in 2023, by technology (in U.S. dollars per kilowatt-hour) [Graph]. In Statista. Retrieved January 23, 2025, from <https://www.statista.com/statistics/1423073/energy-cost-for-battery-energy-systems/>
- Iberdrola. (July 16, 2024). Comparison of sodium-ion and lithium-ion batteries performance in 2024 [Graph]. In Statista. Retrieved January 23, 2025, from <https://www.statista.com/statistics/1484197/sodium-and-lithium-batteries-key-figures/>
<https://www.iberdrola.com/sustainability/environment/energy-efficiency/sodium-ion-batteries>

- Visual Capitalist. (August 7, 2024). Capital expenditure required to meet future battery demand worldwide in 2030 and 2040 (in billion U.S. dollars) [Graph]. In Statista. Retrieved January 23, 2025, from <https://www.statista.com/statistics/1487677/projected-capex-for-battery-demand-worldwide/>
<https://www.visualcapitalist.com/investment-meet-battery-demand-2040/>

글로벌 시장동향 보고서

본 보고서는 과학기술정보통신부에서 시행하는 연구개발지원단 육성·지원사업의 일환으로 과학기술정보통신부와 서울특별시의 지원을 받아 서울연구개발지원단(서울테크노파크 전략기획팀)에서 작성한 연구보고서입니다.

본 보고서는 글로벌 시장정보 전문업체(statista 등)에서 제공되는 내용을 기반으로 작성된 보고서로 서울연구개발지원단의 공식적 견해는 아님을 알려드립니다.

본 보고서는 서울과학기술정보시스템(<https://www.stis.or.kr/>)에서 다운로드 가능하며, 본 보고서의 내용을 인용할 경우 출처를 명시하여 주시기 바랍니다.