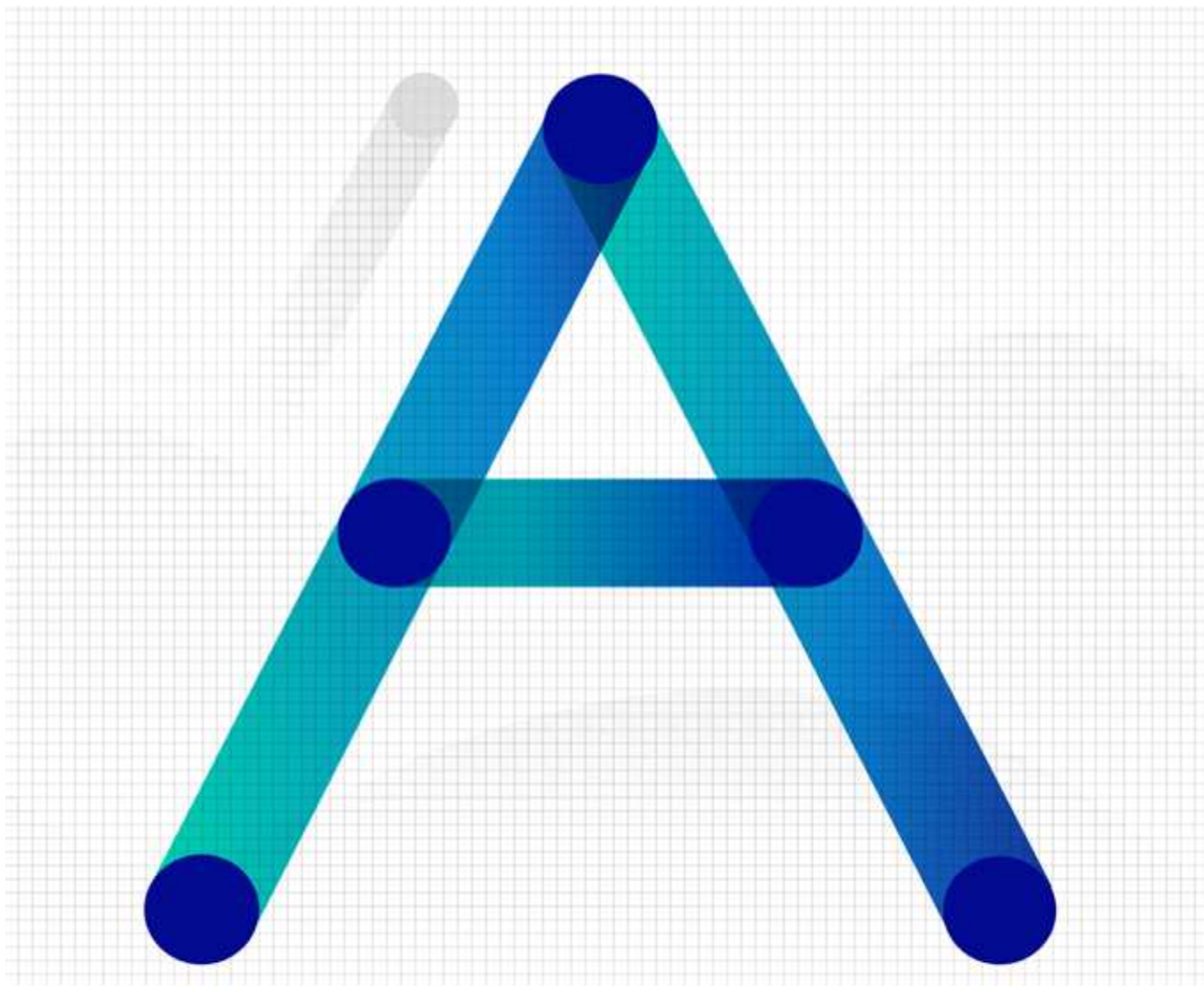


2023년 하반기 태양광산업 동향

- I. 글로벌 태양광산업 동향
- II. 국내 태양광산업 동향
- III. 태양광 기업 실적 동향
- IV. 시사점

작성

선임연구원 강정화 (6255-5232)



*본 보고서의 내용은 담당 연구원의 주관적 견해로, 한국수출입은행의 공식입장과는 무관합니다.

<요 약>

(시장 현황) 2023년 글로벌 태양광 설치량은 Big 2(중국 및 미국) 시장의 큰 폭의 수요 증가로 400GW를 넘어선 것으로 추정

- 중국 설치량은 2022년 106GW였으나, 2023년 240GW 설치돼 글로벌 태양광 설치량의 절반을 넘어선 것으로 추정되며, 미국 역시 IRA 시행 및 가정용 태양광 수요가 증가하면서 전년 대비 32% 증가한 33GW가 설치

(시장 전망) 2024년 글로벌 태양광 시장은 510GW가 설치돼, 사상 처음으로 500GW 시대가 열릴 전망

- 2024년 글로벌 태양광 시장은 모듈을 포함한 태양광 설치단가가 지속적으로 하락함에 따라 타 발전원 대비 가격경쟁력이 더욱 높아져 전년 대비 20% 이상의 성장이 가능할 전망
- 중국(250GW) 및 미국(38GW) 수요가 견조한 가운데 독일 등 유럽 시장도 성장세를 지속할 것으로 예상되며, 특히 사우디아라비아를 중심으로 중동 태양광 수요도 본격적으로 증가할 것으로 예상
- 2024년 사우디아라비아 2.4GW와 UAE 3GW 등 중동 태양광 설치량도 본격적으로 증가할 전망

(제품가격 동향) 2024년 1월 기준 폴리실리콘 가격은 \$8.7/kg로 2023년 7월(\$7.85) 저점 대비 소폭 반등

- 2023년 폴리실리콘 생산용량은 170만 톤으로 폴리실리콘 170만 톤은 약 600GW 규모의 태양전지를 만들 수 있는 용량으로 글로벌 태양광 수요 400GW 대비 200GW 공급과잉인 상황
- 폴리실리콘 생산용량은 2024년 270만 톤으로 증설될 예정이어서 2024년 폴리실리콘 가격은 현재 가격에서 추가적인 상승은 어려울 것으로 예상
- 2024년 1월 기준 210mm 단결정 태양전지 가격은 \$0.05/W, 210mm 단결정 모듈 가격은 \$0.12/W로 2023년 고점 대비 각각 67.1%, 49.4% 하락

(태양광 투자 동향) 2023년 상반기 글로벌 태양광 투자액은 2,390억 달러로 전년동기 대비 42.5% 증가

- 2023년 상반기 글로벌 태양광 투자액은 사상 최고치인 2,390억 달러를 기록했으며, 2023년 투자액은 5,500억 달러에 육박할 것으로 예상

(태양광 프로젝트 수익률) 높은 금리 수준에도 불구하고 태양광 프로젝트는 안정적인 수익률을 기록하고 있으며, 안정적인 수익률은 글로벌 투자자들에게 매력적인 자산으로 부각되고 있음

- 현재 유럽에서 거래되는 태양광 프로젝트 거래 가격은 MW당 15만~20만 유로이며, PPA(Power Purchase Agreement)가 체결된 2023년 유럽지역 태양광 프로젝트 Equity IRR(%)은 프랑스 5.0~7.0%, 독일 5.0~7.0%, 영국 6.5~8.0%, 스페인 7.0~8.5%, 이탈리아 7.5~9.0% 수준

(태양광 균등화 발전단가) 2023년 고정형 태양광 발전 기준 주요국 균등화 발전단가 (\$/MWh)는 인도 26~47, UAE 33~47, 중국 31~54, 독일 50~69, 미국 52~79, 일본 52~101, 한국 78~147 순

- 2023년 기준 주요 발전원별 균등화 발전단가(\$/MWh)는 석탄 72, 가스 83, 추적형 태양광 41, 고정형 태양광 48, 풍력 40

(국내 태양광 시장동향) 2023년 국내 태양광 시장은 전년 대비 15% 감소한 2.5~3.0GW가 설치될 것으로 추정되며, 2024년에도 2.5GW 내외가 설치될 전망

- 2020년 5.5GW를 정점으로 국내 태양광 설치량이 감소하고 있으며, 향후 2.0~2.5GW 내에서 수요가 정체될 전망
- 국내 태양광 발전단가가 하락하지 않을 경우 수요 확대가 쉽지 않을 것으로 예상되며, 최악의 경우 2.0GW 이하에서 수요가 정체될 가능성도 존재

(시사점) 2027년에 가능할 것으로 예상되었던 글로벌 태양광 설치량 500GW 시대가 2024년에 가능할 전망

- 모듈 단가 하락으로 글로벌 태양광 발전의 가격경쟁력으로 지속적으로 상승하고 있으며, 중국 및 미국 이외의 아시아 및 중동 등 개도국 수요가 빠르게 증가

(시사점) 국내 태양광 시장 확대를 위한 최대 선결조건은 비용절감을 통한 그리드패리티 달성이며, 태양광 산업발전을 위해선 제조분야 뿐만 아니라 빠르게 성장하고 있는 태양광 프로젝트 개발 분야에 대한 시장 개척이 필요

- 국내 태양광 발전은 RE100 등 상당한 잠재수요를 가지고 있으며, 이러한 수요를 충족하기 위해선 태양광 발전단가를 낮추는 것이 급선무

I. 글로벌 태양광산업 동향

1. 글로벌 태양광 설치량 동향

(현황) 2023년 글로벌 태양광 설치량은 Big 2(중국 및 미국) 시장의 큰 폭의 수요 증가로 400GW를 넘어선 것으로 추정

- 태양광 설치비용과 태양광 수요는 반비례 관계에 있으며, 태양광 설비 비용 하락은 태양광 프로젝트 수익성 개선으로 이어져 설치비용이 하락할수록 태양광 수요는 비례해 증가
- 2023년 글로벌 태양광 수요증가는 제품가격 하락이 이끌고 있으며, 특히 최대 수요지인 중국 및 미국 태양광 수요가 급증
 - 중국 설치량은 2022년 106GW였으나, 2023년 240GW 설치돼 글로벌 태양광 설치량의 절반을 넘어선 것으로 추정되며, 미국 역시 IRA 시행 및 가정용 태양광 수요가 증가하면서 전년 대비 32% 증가한 33GW가 설치
- 유럽 태양광 수요도 러시아-우크라이나 전쟁에 따른 가스 가격 급등에 따른 전기료 상승 및 기후변화 방지를 위한 친환경 에너지 사용 확대 등으로 전년 대비 증가
 - 독일 태양광 설치량은 전년 대비 85.7% 증가한 13GW로 추정되며, 프랑스 및 스페인도 전년 대비 20% 이상 증가

(전망) 2024년 글로벌 태양광 시장은 510GW가 설치돼, 사상 처음으로 500GW 시대가 열릴 것 예상

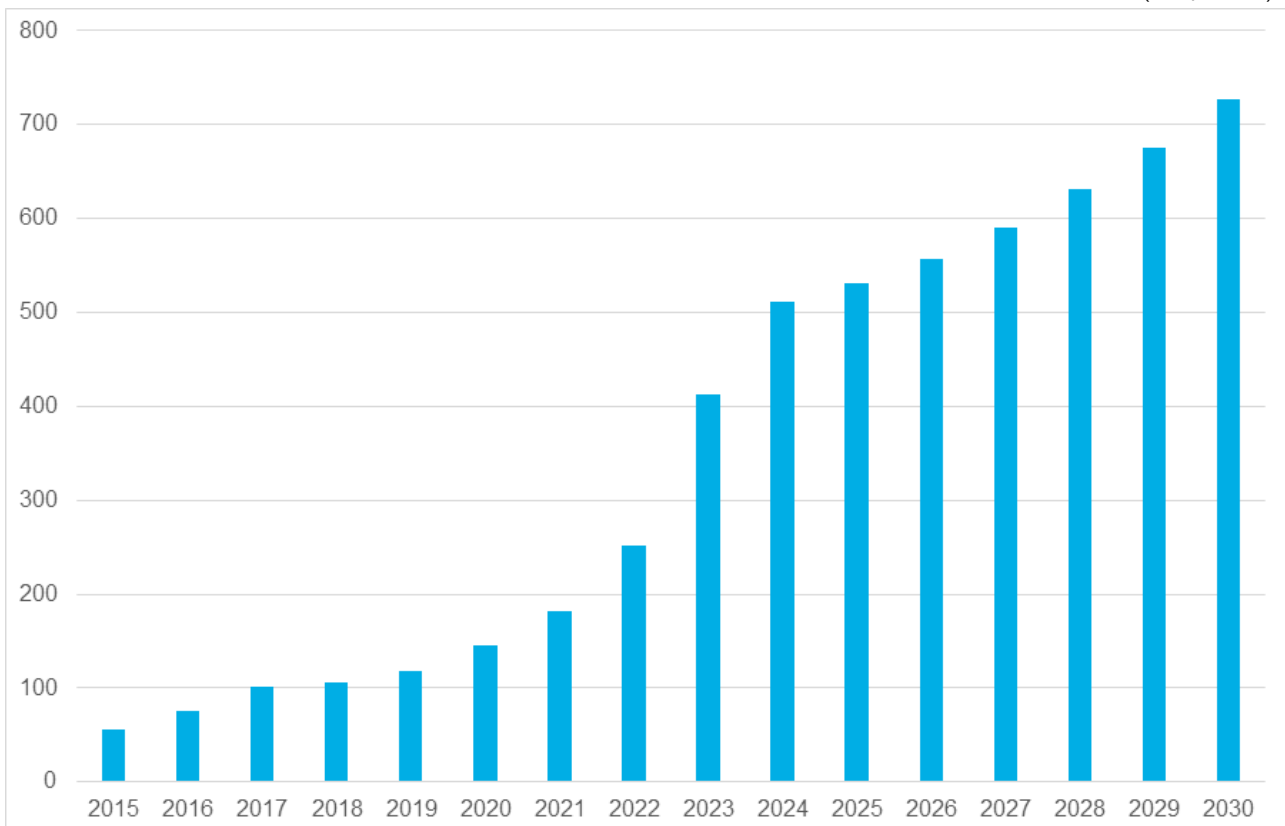
- 2024년 글로벌 태양광 시장은 모듈을 포함한 태양광 설치단가가 지속적으로 하락함에 따라 타 발전원 대비 가격경쟁력이 더욱 높아져 전년 대비 20% 이상의 성장이 가능할 전망
 - 2022년 하반기 이후 폴리실리콘을 포함한 주요 태양광 제품가격은 역대 최저 수준으로 하락하고 있으며, 제품가격 하락은 태양광 설치단가를 낮춰 타 발전원 대비 저렴한 전기 생산이 가능
- 2023년 하반기 이후 글로벌 금리인상이 마무리됨에 따라 태양광 프로젝트 건설에 필요한 자금 조달 비용이 낮아질 것으로 예상
 - 글로벌 인플레이션을 막기 위한 금리인상에 따른 태양광 자본조달 비용 상승은 태양광 프로젝트 수익률에 악영향을 미쳤으나, 글로벌 금리인상 사이클이 마무리됨에 따라 2024년 태양광 프로젝트 건설을 위한 자본조달 비용도 전년 대비 감소할 것으로 예상
- 중국(250GW) 및 미국(38GW) 수요가 견조한 가운데 독일 등 유럽 시장도 성장세를 지속할 것으로 예상되며, 특히 사우디아라비아를 중심으로 중동 태양광 수요가 본격적으로 증가할 것으로 예상
 - 2024년 사우디아라비아 2.4GW 및 UAE 3GW 등 중동 태양광 설치량이 본격적으로 증가할 전망

(중장기 전망) 글로벌 태양광 설치량은 기존 2024년 350GW, 2027년 420GW, 2030년 530GW에서 2024년 510GW, 2027년 600GW, 2030년 730GW 상향 조정

- 중국 설치량은 140GW를 정점으로 둔화될 것으로 예상됐으나, 2023년 200GW를 상회하는 등 예상을 넘어서는 수요가 발생
- 기존 예상치는 2025년 180GW, 2027년 200GW, 2030년 260GW였으나, 2025년 260GW, 2027년 260GW, 2030년 270GW로 수정 전망
- 글로벌 태양광 설치량 2위를 기록하고 있는 미국은 2025년 45GW, 2028년 50GW 2030년 55GW 등 꾸준한 성장세를 지속할 전망
- 아시아, 중동 및 아프리카 등 개도국으로 태양광 수요 저변이 증가해 중장기 글로벌 태양광 시장 성장을 이끌 전망
- 태양광 발전은 높은 가격경쟁력과 함께 석탄 및 가스발전 대비 설치가 용이한 장점으로 자원 수급이 어렵거나 발전소 건설 및 전력망 여건이 열악한 개도국에 적합한 발전원으로 자리매김 중

< 글로벌 태양광 설치량 현황 및 전망 >

(단위 : GW)



자료: BNEF

< 주요국 태양광 설치량 현황 및 전망 >

(단위 : GW)

국가	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
중국	53.0	44.3	33.1	52.1	69.0	105	240	255
미국	10.9	10.2	11.5	18.7	24.0	25	33	38
인도	10.3	11.1	11.6	4.2	12.4	17	15	18
브라질	1.4	1.5	2.8	3.9	6.7	11	16	15
독일	1.7	3.6	3.8	4.9	5.3	7.0	13	15
일본	7.4	6.7	6.7	8.7	6.5	5.5	5.9	5.3
스페인	0.1	0.3	5.0	2.9	4.6	7.0	8.4	8.7
오스트레일리아	1.3	4.0	3.5	3.6	4.7	4.5	5.0	4.7
한국	1.3	2.3	3.7	4.1	4.2	3.2	2.7	2.5
프랑스	0.08	0.2	0.8	0.3	2.6	2.5	3.3	3.5
글로벌	106	118	145	182	244	270	413	511

자료: BNEF

2. 태양광 주요 제품가격 동향

(폴리실리콘) 2024년 1월 기준 폴리실리콘 가격은 \$8.7/kg로 2023년 7월(\$7.85) 저점 대비 소폭 반등

- 폴리실리콘 가격은 2022년 8월 \$39/kg을 고점으로 하락하고 있으며, 2023년 7월에 \$7.85/kg을 저점으로 안정세를 유지하고 있음
- 2022년 글로벌 인플레이션에 따른 원자재 가격 급등으로 폴리실리콘 가격이 \$39/kg의 고공행진을 기록
- 2023년 폴리실리콘 가격은 글로벌 금리인상에 따른 인플레이션 완화 및 공급량 증가로 3월 이후 급락하고 있는 상황
- 2022년 글로벌 폴리실리콘 생산용량은 98만 톤에 불과했으나, 2023년 170만 톤으로 증가함에 따라 폴리실리콘 가격은 2023년 3월 \$29.9/kg에서 5월 \$10/kg 이하로 급락
- 2023년 폴리실리콘 생산용량은 130만 톤에서 170만 톤으로 상향조정 됐으며, 폴리실리콘 170만 톤은 약 600GW 규모의 태양전지를 만들 수 있는 용량으로 글로벌 태양광 수요 400GW 대비 200GW 공급과잉인 상황

- 2023년 생산용량 170만 톤에서 2024년 270만 톤으로 증설될 예정이어서 2024년 폴리실리콘 가격은 현재 가격에서 추가적인 상승은 어려울 것으로 예상
- 증설 예정된 폴리실리콘 270만 톤은 태양전지 1,200GW를 제조할 수 있는 용량으로 글로벌 태양광 수요를 크게 초과한 물량
- 2024년에도 폴리실리콘 공급과잉이 이어질 것으로 예상되며, 폴리실리콘 가격도 \$10/kg 이하에서 하향 안정화될 전망

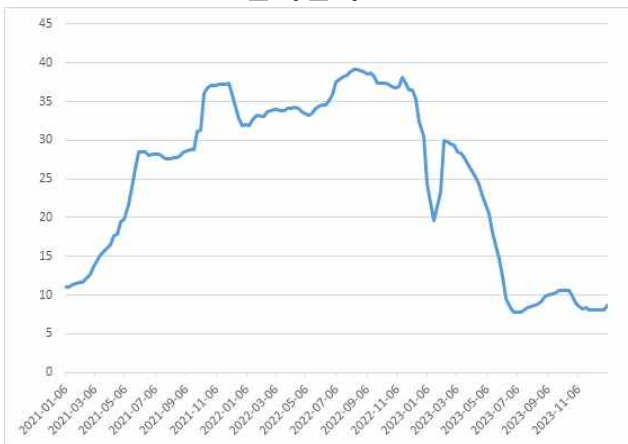
(웨이퍼) 2024년 1월 기준 210mm 단결정 실리콘 웨이퍼 가격은 \$0.32/piece로 2023년 고점(\$1.31/piece) 대비 75.6% 하락

- 웨이퍼 가격은 2022년 내내 \$1.0/piece를 넘는 강세가 지속되었으나, 2022년 12월 \$1.0/piece가 깨지면서 하락 전환
- 웨이퍼 가격은 원자재 가격하락 및 웨이퍼 재고 물량이 시장에 쏟아지면서 큰 폭으로 하락하고 있는 상황
- 2023년 웨이퍼 가격은 폴리실리콘 가격 하락과 비슷한 패턴으로 하락하고 있으며, 2024년에는 현 가격대에서 안정화될 것으로 예상
- 웨이퍼 공급도 폴리실리콘과 비슷한 상황으로 신장·위구르 지역에서 생산된 폴리실리콘으로 만든 웨이퍼의 경우 수출이 제한적이어서 중국 내수시장에서 모두 소화되어야 하나 그러지 못함에 따라 공급과잉이 예상보다 심각한 상황

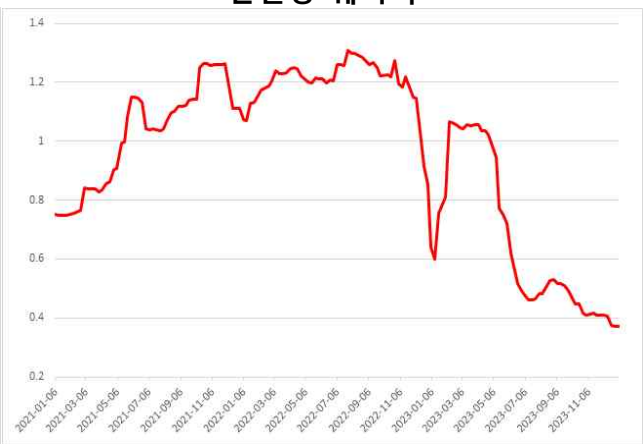
< 폴리실리콘 및 단결정 웨이퍼 가격 동향 >

(단위 : \$/kg, \$/piece)

폴리실리콘



단결정 웨이퍼



자료: BNEF, 210mm 단결정 웨이퍼 가격 기준

(태양전지 및 모듈) 2024년 1월 기준 210mm 단결정 태양전지 가격은 \$0.05/W, 210mm 단결정 모듈 가격은 \$0.12/W로 2023년 고점 대비 각각 67.1%, 49.4% 하락

- 2022년까지 강세를 보였던 태양전지 및 모듈 가격은 2023년 이후 하락 추세를 지속하고 있으며, 2024년 1월 가격은 사상 최저치를 기록 중
- 2023년 5월까지 잠시 반등했던 태양전지 및 모듈 가격은 6월 이후 하락세로 전환됐으며, 2024년 1월 가격은 사상 최저 가격을 기록 중
- 저렴한 모듈 가격은 2024년 글로벌 태양광 시장 성장에 가장 큰 요인으로 작용할 전망
- 모듈 비용은 태양광 프로젝트 비용의 20~40%를 차지하고 있어 모듈 가격하락은 프로젝트 비용과 태양광 발전단가 하락으로 이어짐
- 비용감소는 태양광 프로젝트 경제성 향상과 직결되므로 2022년 낮아졌던 태양광 프로젝트 수익률은 2023년 하반기 이후 개선된 것으로 추정됨에 따라 태양광 프로젝트 개발이 활발해질 전망
- 2024년 글로벌 태양광 수요증가에도 불구하고 폴리실리콘 및 웨이퍼 등 원자재 가격 약세 및 공급과잉 상황으로 태양전지 및 모듈 제품가격은 하락 추세가 지속될 것으로 예상
- 중국기업들의 태양전지 및 모듈 생산용량은 수요대비 크게 초과한 상황이며, 원자재 가격 약세가 맞물리면서 태양전지 및 모듈 등 2024년 제품가격은 하향 안정화될 전망

< 단결정 태양전지 및 모듈 가격 동향 >

(단위 : \$/W)



자료: BNEF

3. 태양광 공급 동향

(폴리실리콘) 세계 생산용량은 2022년 98만 톤에서 2023년 170만 톤으로 73% 증가

- 국가별 폴리실리콘 생산용량은 중국 152만 톤, 미국 및 독일 각각 6만 톤, 말레이시아 3.5만 톤, 일본 1.1만 톤, 카타르 8천 톤, 노르웨이 7천 톤, 한국 6.5천 톤 순
- 기업별 생산용량은 GCL 24.5만 톤, Asia Silicon 19만 톤, Daqo New Energy 10.5만 톤 순
- 2024년 폴리실리콘 생산용량은 270만 톤으로 증가할 것으로 예상되며, 이는 모듈 1,200GW를 생산할 수 있는 용량
- 중국 폴리실리콘 기업들의 지속적인 증설로 공급과잉이 심화되고 있으며, 공급과잉 상황은 폴리실리콘 가격 약세로 이어지고 있음

(웨이퍼) 세계 생산용량은 2022년 490GW에서 2023년 610GW로 23% 증가

- 2023년 국가별 생산용량을 살펴보면 중국 579GW, 베트남 19.5GW, 대만 3.7GW, 노르웨이 1GW
- 기업별 생산용량은 Longi 105GW, Tianjin Semiconductor 95GW, Guangdong Gaojing Solar Tech. 75GW
- 2024년 수요 대비 웨이퍼 공급은 충분한 상황이며, 최근 고성능 태양전지 수요가 증가함에 따라 웨이퍼 타입도 P-type에서 N-type 웨이퍼로 수요가 이동 중

(태양전지) 세계 생산용량은 2022년 530GW에서 2023년 650GW로 전년 대비 23% 증가

- 국가별 생산용량을 살펴보면 중국 566GW, 태국 22GW, 베트남 18GW, 말레이시아 16GW, 한국 8GW 순
- 기업별 생산용량은 Longi 60GW, JA Solar 45GW, Jinko Solar 44GW, Trina Solar 43GW, Tongwei 42GW 순

(모듈) 세계 생산용량은 2022년 650GW에서 2023년 740GW로 전년 대비 14% 증가

- 국가별 생산용량을 살펴보면 중국 615GW, 베트남 26GW, 인도 19GW, 말레이시아 15GW, 태국 10GW, 한국 10GW 순
- 기업별 생산용량은 Longi 91GW, Jinko Solar 69GW, Trina Solar 60GW, JA Solar 56GW, Canadian Solar 32GW였으며, 우리나라 한화큐셀은 12.4GW로 13위를 기록
- 2024년 글로벌 태양광 수요(500GW) 대비 모듈 공급과잉량은 200GW를 넘어선 상황으로 공급과잉에 따른 모듈 가격 약세는 2024년에도 불가피할 전망

II. 태양광산업 주요 이슈

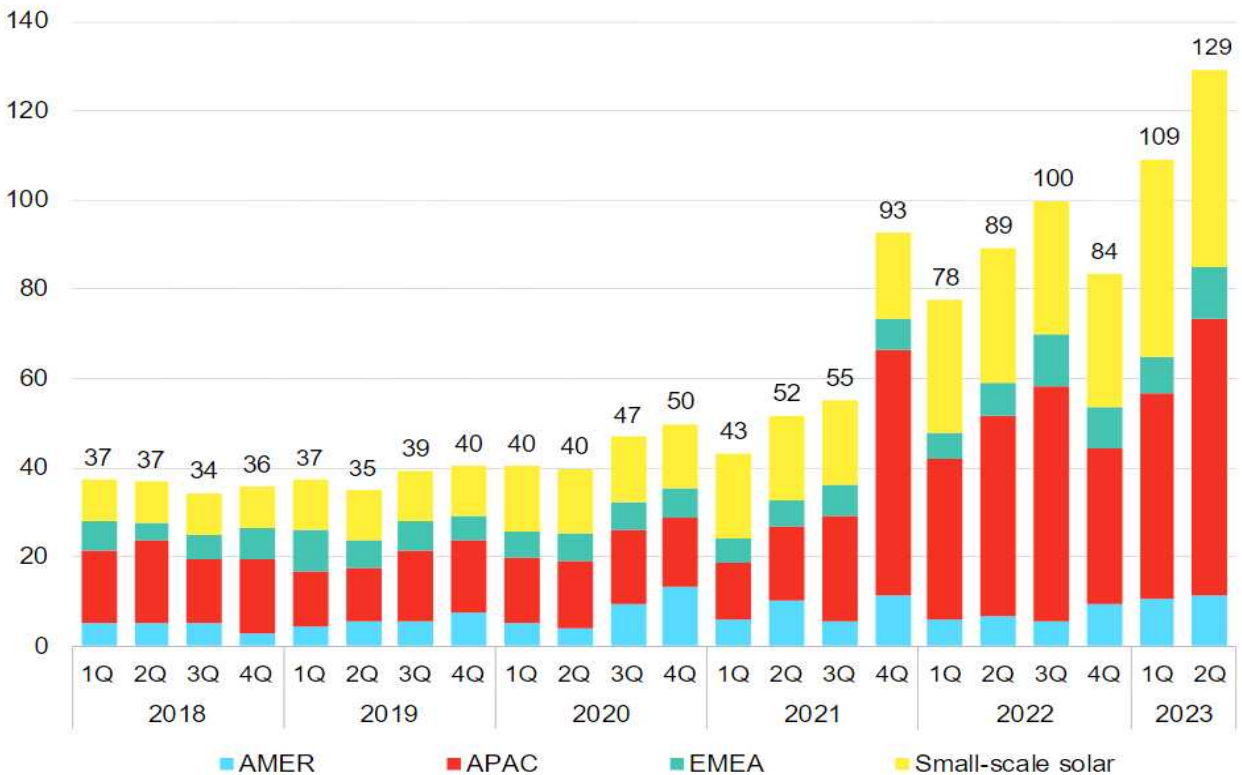
1. 글로벌 태양광 투자 동향 및 프로젝트 수익률

2023년 상반기 글로벌 태양광 투자액은 2,390억 달러로 전년동기 대비 42.5% 증가

- 2023년 상반기 글로벌 태양광 투자액은 사상 최고치인 2,390억 달러를 기록했으며, 2023년 투자액은 5,500억 달러에 육박할 것으로 예상
- 글로벌 태양광 설치량이 사상 최고치를 경신하고 있으며, 글로벌 고금리 기조에도 불구하고 안정적인 수익 창출이 가능한 태양광 프로젝트에 대한 관심이 높아지고 있는 상황
- 글로벌 고금리 기조로 자본조달 비용이 증가하고 있으나, 태양광 모듈 가격하락 등 건설비용이 하락함에 따라 증가한 자본비용을 상쇄해 프로젝트 수익률에는 영향이 없는 상황
- 2023년 상반기 글로벌 태양광 투자액 2,390억 달러 중 대형 태양광 프로젝트에 1,500억 달러, 소형 태양광에 890억 달러가 투자되었으며, 지역적으로는 중국이 전체 투자액의 절반을 차지

< 연도별 글로벌 태양광 투자액 동향 >

(단위 : 십억 달러)



자료: BNEF

2023년 글로벌 태양광 프로젝트 자산거래 건수는 109건, 용량은 11,951MW로 전년 대비 20.3% 증가

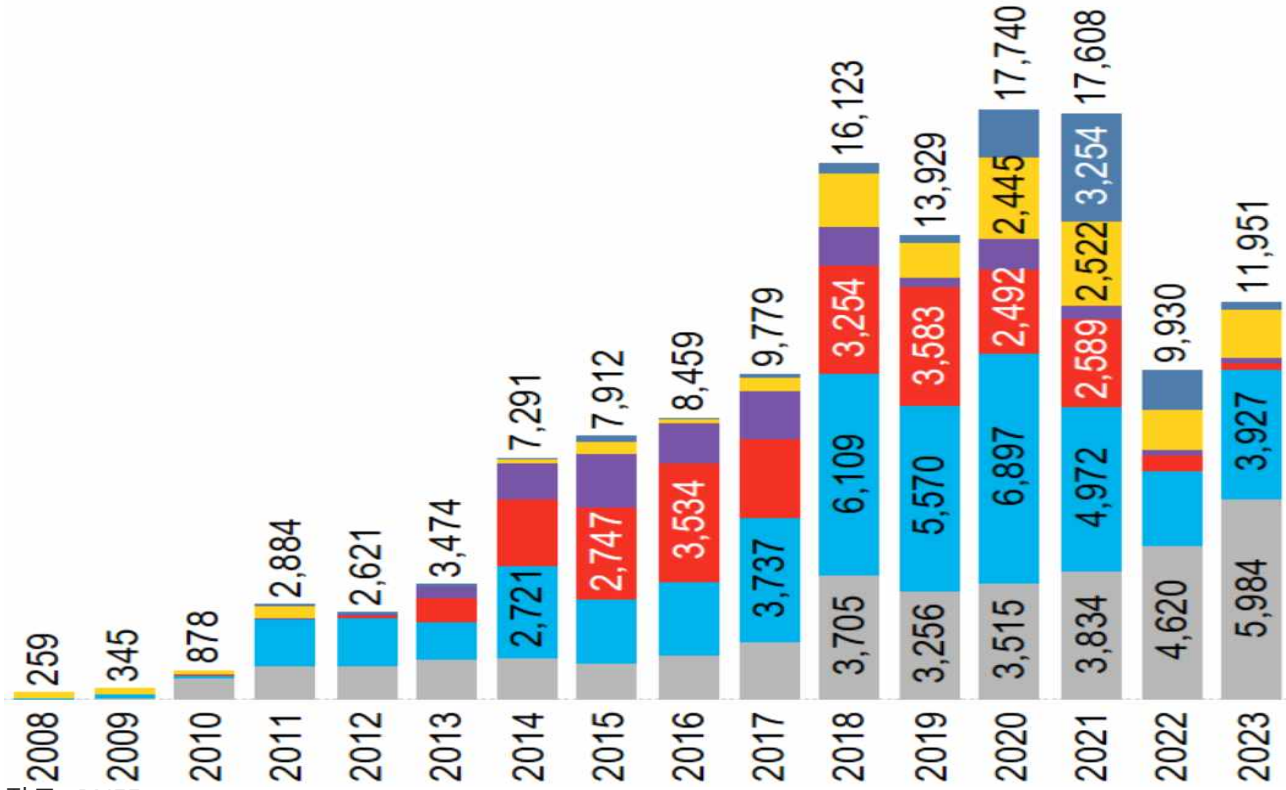
- 2021년 태양광 자산거래 규모는 17,740MW에 달했으나, 글로벌 금리인상으로 태양광 프로젝트 자산에 대한 매력도가 떨어짐에 따라 2022년 거래 규모는 9,930MW로 감소
- 2023년 태양광 자산거래 규모는 금리인상에 대한 불확실성이 낮아지면서 전년 대비 반등했으며, 2024년 글로벌 금리인하가 시작될 경우 태양광 자산거래 규모는 전년 대비 증가할 전망
- 2008년 이후 국가별 태양광 자산거래 규모(MW)는 미국 44,709, 중국 23,948, 스페인 12,180, 영국 8,999, 인도 7,044, 이탈리아 4,280, 호주 4,241, 일본 2,771, 캐나다 2,721 순
- 글로벌 태양광 자산거래는 미국 및 유럽을 중심으로 금융 선진시장에서 주로 이루어지고 있으며, 한국 태양광 자산거래 규모는 162MW로 글로벌 31위를 기록
- 미국 태양광 자산거래 규모는 2018년 6,109MW → 2019년 5,570MW → 2020년 4,972MW → 2021년 5,570MW → 2022년 2,206MW → 2023년 3,927MW으로 2022년 미국 금리인상 영향으로 거래 규모가 감소했으나, 2023년에는 상대적으로 안정된 금리상황으로 거래 규모가 반등, 2024년 미국 금리가 인하될 경우 태양광 자산거래는 더욱 활기를 띠 것으로 예상

2023년 주요 태양광 자산거래는 1,171MW 규모의 미국 Onward사 거래와 1,036MW 규모의 영국 Lightsource bp사의 호주 태양광 프로젝트 매각 건

- 2023년 태양광 자산규모별 거래 동향은 0~50MW 66개, 50~100MW 15개, 100~500MW 19개, 500~1,000MW 5개, 1,000MW 이상 2개
- 50MW 이하의 소규모 태양광 프로젝트에 대한 자산거래가 전체 자산거래의 60.6%를 차지하며, 1,000MW 규모는 전체 거래의 2% 수준
- 2023년 주요 태양광 거래를 살펴보면 Onward Energy는 Global Atlantic Financial Group으로부터 1,171MW 규모의 태양광 자산을 인수, 2023년 태양광 자산거래 중 최대 규모
- KeyBank가 주채권 은행이며, Commerzbank, CoBank, ING, NatWet 등 금융조달에 참여, Onward사 법률자문은 Milbank, Global Atlantic사는 Mayer Brown LLP
- 영국 Lightsource bp는 Beijing Energy International Holding사에 호주 태양광 프로젝트 지분을 5.5억 달러에 매각

< 연도별 글로벌 태양광 자산거래 동향 >

(단위 : MW)

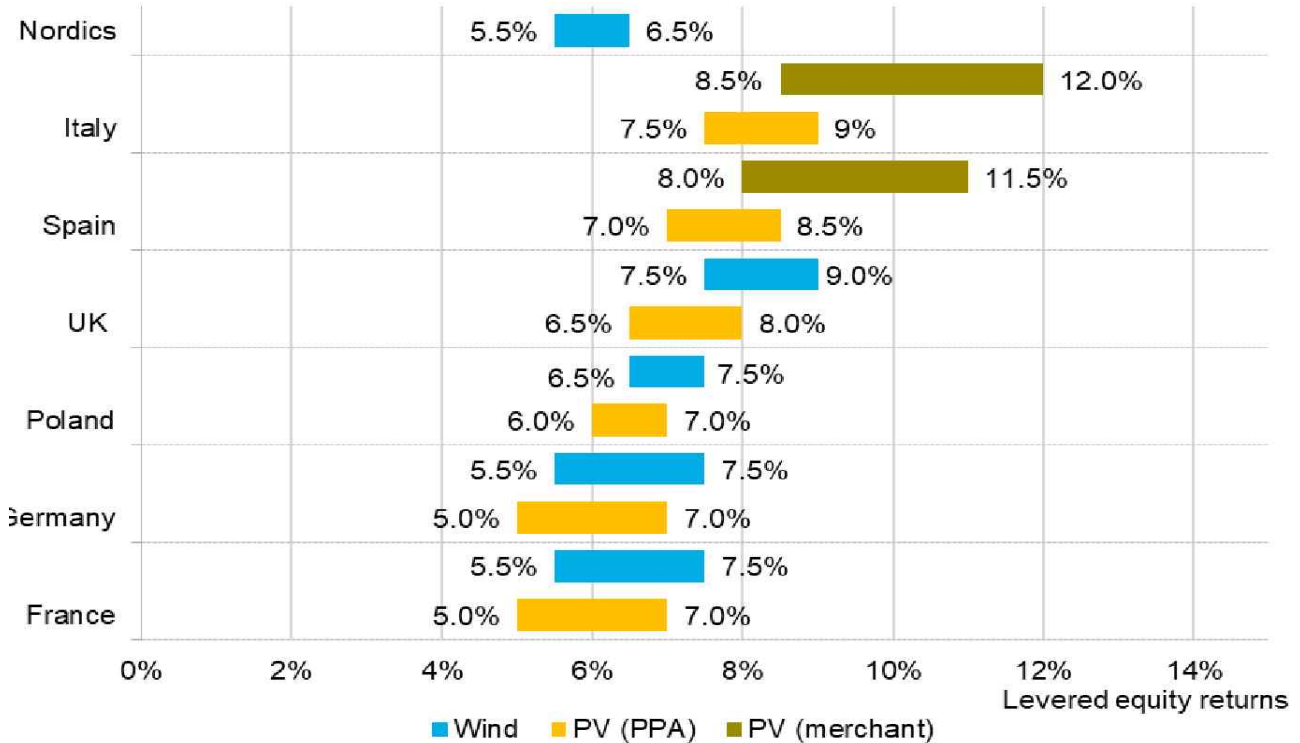


자료: BNEF

높은 금리 수준에도 불구하고 태양광 프로젝트는 안정적인 수익률을 기록하고 있으며, 안정적인 수익률은 글로벌 투자자들에게 매력적인 자산으로 부각되고 있음

- 2023년 고금리 기조에도 태양광 프로젝트 거래가 활발히 이루고 지고 있으며, 2024년 글로벌 금리인하가 시작되면 태양광 프로젝트의 자산가치가 상승할 것으로 예상
- 현재 유럽에서 거래되는 태양광 프로젝트 거래 가격은 MW당 15만~20만 유로이며, PPA(Power Purchase Agreement)가 체결된 2023년 유럽지역 태양광 프로젝트 Equity IRR(%)은 프랑스 5.0~7.0%, 독일 5.0~7.0%, 영국 6.5~8.0%, 스페인 7.0~8.5%, 이탈리아 7.5~9.0% 수준
- PPA 계약이 체결되지 않고 전기가격 변동이 있는 Merchant 시장에서 거래되는 프로젝트 요구 수익률은 PPA가 체결된 프로젝트보다 높은 수준으로, 기대수익률은 스페인 8.0~11.5%, 이탈리아 8.5~12.0% 선

< 2023년 유럽 주요국 태양광 Equity IRR 동향 >



자료: BNEF

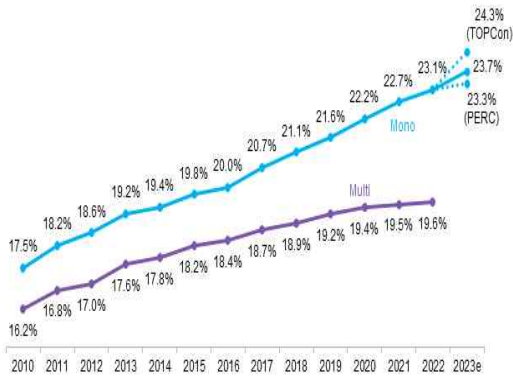
2. 태양전지 및 모듈 효율

태양전지 효율은 2010년 17.5%에서 2023년 23.7%로 13년간 35.4% 증가

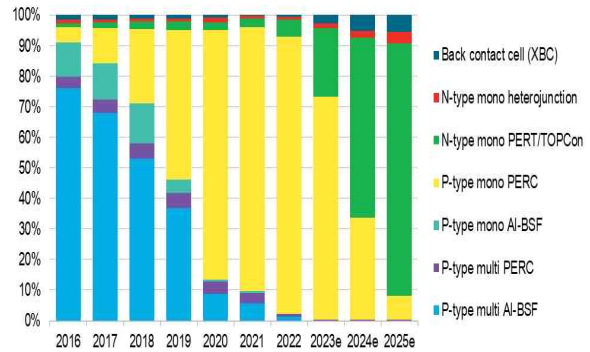
- 태양전지 효율을 높이기 위한 연구개발 활발히 이루어지고 있으며, 진보된 기술이 빠르게 시장 수요를 대체하고 있음
- 글로벌 태양광 기술의 최근 추세는 발전량 증가 및 설치면적 감소를 위한 고효율화이며, 매년 성능이 개선된 태양전지 기술이 시장에 진입하고 있음
- 2016년까지 태양광 설치비용을 낮추기 위해 가격이 저렴한 다결정 태양전지가 주류를 이루었지만, 2017년 이후 태양전지의 고효율화 시대로 진입함에 따라 단결정 태양전지가 주류로 부상
- 2019년 이후 P-type PERC 단결정 태양전지가 주류 기술이 되었으나, 2023년부터 P-type 단결정 태양전지보다 효율이 높은 N-type TOPCon 태양전지가 시장에 진입해 2025년에는 시장 점유율 80%를 넘어서 설 것으로 예상
- 기술개발 주기가 과거보다 짧아지고 있으며, 태양광 기술 발전은 태양광 발전단가 하락 및 글로벌 태양광 수요를 견인하고 있음

< 태양전지 효율 및 점유율 동향 >

태양전지 효율



타입별 태양전지 점유율



자료: BNEF

3. 글로벌 태양광 균등화 발전단가(LCOE : Levelized Cost of Energy) 동향

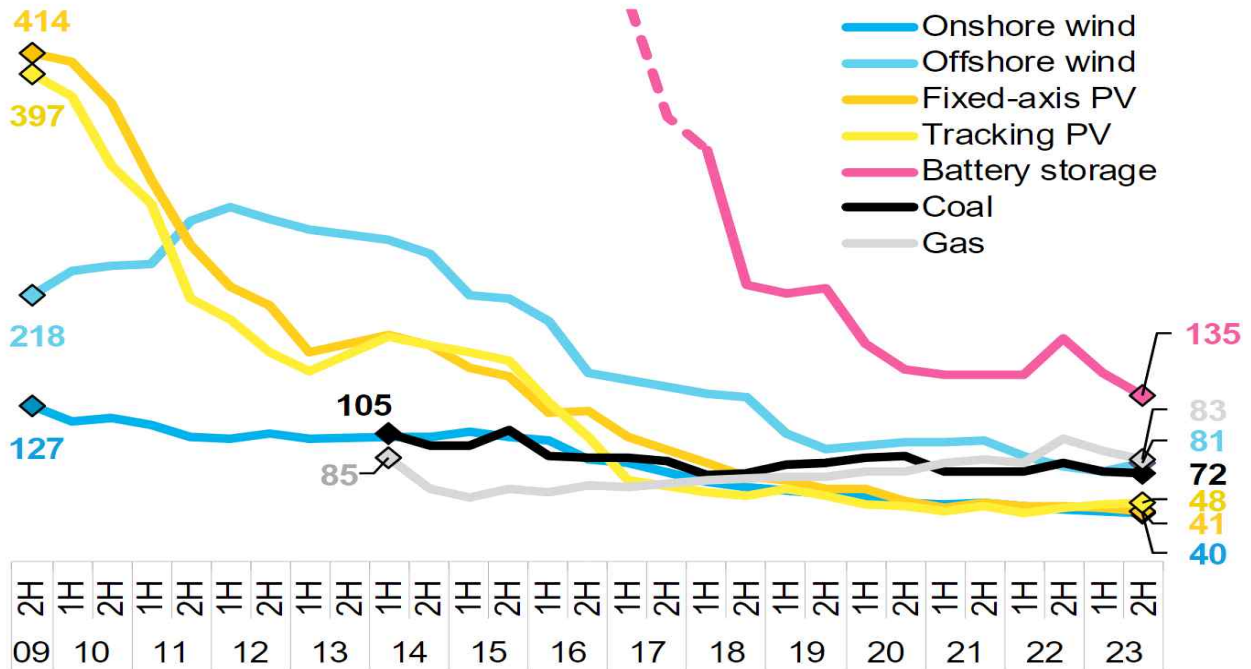
고정형 태양광 글로벌 평균 균등화 발전단가는 2009년 \$414/MWh에서 2023년 \$48/MWh로 88.4% 하락

- 2023년 기준 주요 발전원별 균등화 발전단가(\$/MWh)는 석탄 72, 가스 83, 추적형 태양광 41, 고정형 태양광 48, 풍력 40
- 태양광 발전 균등화 발전단가는 20219년을 기점으로 석탄 및 가스발전과 대등해졌으며, 2023년에는 석탄발전 대비 33%, 가스발전 대비 42% 저렴
- 태양광 발전은 연료비가 없어 초기 투자비가 전체 비용의 80% 이상을 차지하는 발전원으로 대량생산 및 기술 발전으로 매년 발전단가가 큰 폭으로 하락하고 있으며, 향후 석탄 및 가스 발전단가 대비 가격 격차는 더욱 확대될 전망
- 글로벌 태양광 시장 성장의 가장 큰 요인 태양광 발전의 균등화 발전단가 하락이며, 태양광 발전의 가장 큰 약점인 간헐성을 수소 및 배터리 등 에너지 저장장치를 통해 해결할 경우 성장성은 더욱 가속화될 전망
- 태양광 발전은 태양이 떠 있을 때만 발전이 되는 약점으로 기저발전이 될 수 없는 단점은 성장성에 한계로 지적되었으나, 최근 에너지 저장기술이 발전함에 따라 태양광 + 에너지 저장을 결합한 발전단가가 석탄 및 가스발전 대비 경쟁력을 확보하는 시점이 조만간 도래
- 미래 발전산업의 패러다임은 석탄 및 가스발전에서 에너지 저장장치가 결합된 태양광 및 풍력 등 재생에너지로 전환될 예정



< 글로벌 주요 발전원 균등화 발전단가 동향 >

(단위 : \$/MWh)



자료 : BNEF

2023년 고정형 태양광 발전 기준 주요국 균등화 발전단가(\$/MWh)는 인도 26~47, UAE 33~47, 중국 31~54, 독일 50~69, 미국 52~79, 일본 52~101, 한국 78~147 순

- 태양광 발전은 연료비용이 없어 전체 비용의 80%가 초기에 발생해, 초기 투자비용(Capex)이 균등화 발전단가에 가장 큰 영향을 미침
- 글로벌 태양광 투자비(백만 달러/MW)는 인도 26~47, 중국 31~54, UAE 33~47, 스페인 36~48, 프랑스 38~59, 미국 52~79, 일본 52~101, 한국 78~147
- 글로벌 태양광 운영&유지 비용(천 달러/MW/year)은 중국 5.7, 인도 7, 독일 12, 미국 16.9, 일본 22, 한국 37
- 주요국 태양광 균등화 발전단가는 석탄 및 가스발전 대비 크게 하락하고 있으나, 한국은 여전히 높은 투자 및 운영 비용으로 그리드패러티에 도달하지 못하고 있는 상황
- 한국의 높은 태양광 균등화 발전단가는 RE100 등 친환경 에너지를 확대하고 있는 글로벌 추세 동참에 걸림돌로 작용

< 2023년 고정형 태양광 기준 글로벌 태양광 균등화 발전단가 현황 >

	LCOE (low)	LCOE (high)	Capex (low)	Capex (high)	C.F (low)	C.F (high)	O&M	D.R % (low)	D.R % (high)	C.D (bps) (low)	C.D (bps) (high)	C.E (low)	C.E (high)
중국	31	54	0.54	0.58	18%	12%	5.7	70	70	390	450	7	8
미국	52	79	1.08	1.08	23%	15%	16.9	70	70	621	621	9	9
독일	50	69	0.61	0.61	12%	10%	12	80	80	460	460	7	7
프랑스	38	59	0.61	0.61	16%	12%	12.5	80	80	460	460	7	7
영국	55	79	0.61	0.61	12%	10%	13	80	80	600	600	8	9
스페인	36	48	0.61	0.61	19%	17%	12	70	70	500	500	8	9
일본	52	101	0.88	1.23	14%	13%	22	88	85	200	300	4	6
인도	26	47	0.39	0.52	20%	18%	7	80	75	1,000	1,175	12	14
베트남	48	96	0.69	0.83	18%	16%	14	80	70	800	1,000	11	17
UAE	33	47	0.67	0.67	20%	18%	12	80	70	620	620	9	11
남아공	49	59	0.67	0.67	22%	20%	12	80	80	1,250	1,250	15	15
한국	78	147	1.0	1.46	17%	15%	37	85	75	580	750	7	9

자료 : BNEF,

주 : LCOE(Leverlized Cost of Energy) : 발전설비 운영기간에 발생하는 모든 비용을 발전기가 생산한 전기로 나누어 표시한 값

Capex의 단위는 백만 \$/MW, O&M 단위는 천 \$/MW/year, C.F(Capacity Factor), D.R(Debt Ratio), C.D(Cost of Debt), C.E(Cost of Equity)

II. 국내 태양광산업 동향

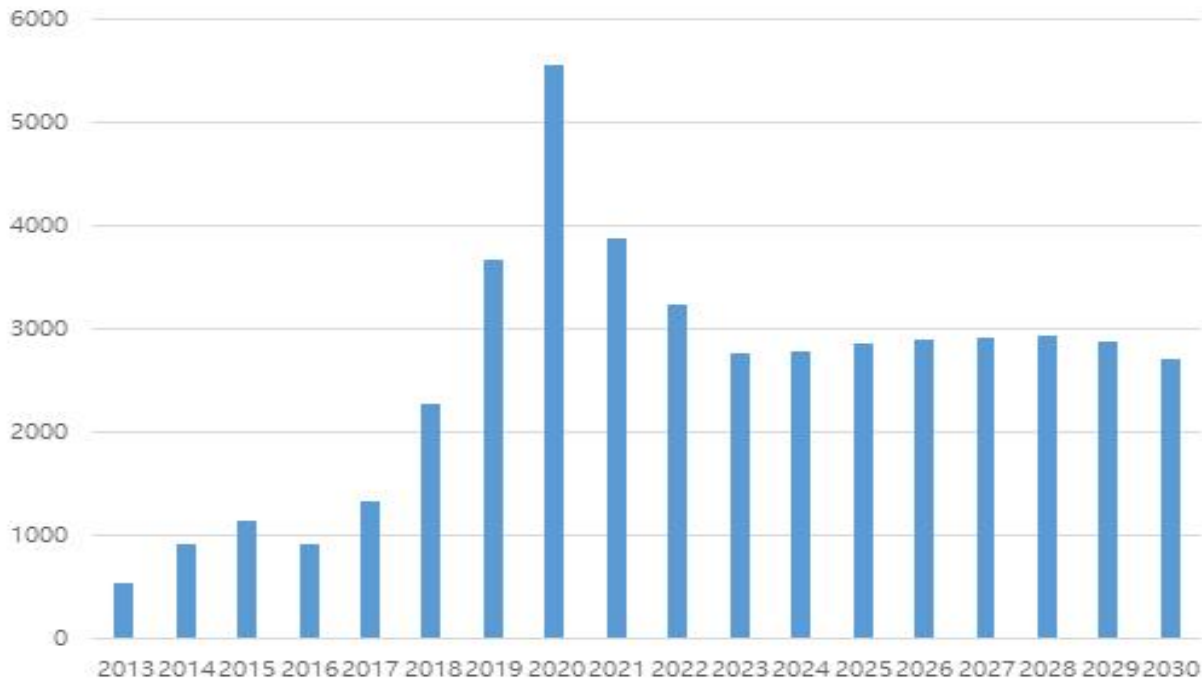
1. 국내 태양광 시장 동향

2023년 국내 태양광 시장은 전년 대비 15% 감소한 2.5~3.0GW가 설치될 것으로 추정되며, 2024년에도 2.5GW 내외가 설치될 전망

- 2020년 5.5GW를 정점으로 국내 태양광 설치량이 감소하고 있으며, 향후 2.0~2.5GW 내에서 수요가 정체될 전망
- 국내 태양광 설치량은 2030년 신재생에너지 비중을 21.6%로 하향 조정, RPS 제도 폐지 및 경매제도 도입, 전력도매가격(SMP) 상한을 고정가격으로 제약 등 정부 정책 변경에 따라 정체될 것으로 예상
- 글로벌 공급망에서 RE100 이슈가 부상함에 따라 국내 제조기업들의 태양광 수요는 크게 증가할 것으로 예상
- 애플 등 글로벌 기업들은 국내 기업들에게 신재생에너지 사용해 제품을 생산할 것을 요구하고 있으며, 향후 재생에너지 사용한 제품 생산 요구는 더욱 거세질 전망
- 국내 기업들의 RE100용 태양광 수요는 국내 태양광 수요의 큰 축을 담당할 것으로 예상
- 하지만 국내 태양광 시장 확대를 위해선 세계 최고 수준의 발전단가를 낮춰야 하며, 이를 위해선 글로벌 수준으로 태양광 프로젝트 건설 및 운영 비용 절감이 필요
- 국내 태양광 발전은 그리드패러티에 도달하지 못한 상황으로 보조금에 의존한 성장은 한계가 존재
- 국내 태양광 발전단가가 글로벌 수준으로 하락하지 않을 경우 수요 확대가 쉽지 않을 것으로 예상되며, 최악의 경우 2.0GW 이하에서 수요가 정체될 가능성도 존재

< 국내 태양광 설치 현황 및 전망 >

(단위 : MW)



자료 : 한국에너지공단, 수출입은행

2. 수출 동향

(폴리실리콘) 2023년 폴리실리콘 수출액은 전년 대비 35.3% 감소한 39.9백만 달러

- 국내 폴리실리콘 공장 가동이 멈춤에 따라 폴리실리콘 수출은 지속적으로 감소하고 있으며, 2024년에도 감소세가 이어질 전망
- 우리나라 폴리실리콘 기업들은 2019년 이후 폴리실리콘 가격급락으로 인해 생산할수록 적자 폭이 커져 국내 생산설비 가동을 멈춘 상황이며, OCI는 국내 생산을 중단하고 말레이시아로 이전해 폴리실리콘을 생산 중

(태양전지 및 모듈) 2023년 태양전지 및 모듈 수출액은 전년 대비 35.3% 감소한 10억 달러

- IRA 시행에 따른 미국 현지 생산 증가 및 유럽지역 수출 감소로 태양전지 및 모듈 수출은 전년 대비 큰 폭 감소
- 중국제품에 대한 관세장벽이 없는 유럽향 수출은 중국산 대비 가격경쟁력이 매년 악화돼, 수출액이 감소하고 있는 상황

- 주요국 수출액은 미국 9.6억 달러로 전체 태양전지 및 모듈 수출액의 96%를 차지해 거의 전량 미국으로 수출하고 있는 중
- 태양광 수출의 지역 다변화가 필요하나, 현실적으로 중국산 대비 가격 격차를 뛰어넘기 어려운 상황

3. 수입 동향

(웨이퍼) 2023년 수입액은 전년 대비 41.1% 감소한 3.3억 달러

- 2023년 웨이퍼 가격하락 및 국내 태양전지 생산이 감소함에 따라 웨이퍼 수입액도 급감
- 2024년 수입액도 국내 태양전지 생산감소 및 미국 태양전지 공장 가동 확대로 전년 대비 감소할 전망

(태양전지 및 모듈) 2023년 수입액은 전년 대비 34.8% 증가한 3.6억 달러

- 국산 모듈 가격경쟁력 하락으로 중국산 모듈 수입액은 매년 증가하고 있으며, 2024년 중국산 모듈 비중은 더 늘어날 것으로 예상
- 태양광 프로젝트 건설비용에서 모듈은 높은 비중을 차지하고 있기 때문에 프로젝트 수익성 향상을 위해 저렴한 모듈 수급은 매우 중요
- 국산 및 중국산 모듈 가격 격차가 커짐에 따라 중국산 모듈 비중은 더욱 상승할 것으로 예상

< 국내 태양광산업 수출·입동향 >

(단위 : 백만 달러)

	2019년		2020년		2021년		2022년		2023년	
	수출	수입	수출	수입	수출	수입	수출	수입	수출	수입
폴리실리콘	476.2 (-36.2%)	26.9 (-14.9%)	118.7 (-75.1%)	18.0 (-33.0%)	95.2 (-19.8%)	32.3 (79.4%)	61.7 (-35.2%)	6.4 (-80.3%)	39.9 (-35.3%)	5.1 (-19.3%)
잉곳	6.4 (-4.2%)	6.8 (94.3%)	0.7 (-89.6%)	5.3 (-21.3%)	1.1 (65.1%)	19.5 (265.2)	2.0 (77.9%)	24.5 (25.7%)	0.9 (-56.6%)	3.5 (-85.6%)
웨이퍼	20.3 (-78.4%)	398.0 (-30%)	12.1 (-40.7%)	343.2 (-13.7%)	9.0 (-25.5%)	485.1 (41.4%)	7.7 (-13.8%)	567.7 (17.0%)	3.5 (-55.0%)	334.5 (-41.1%)
태양전지 및 모듈	1,592.3 (-0.8%)	760.0 (192%)	1,382.1 (-13.2%)	624.5 (-32.5%)	1,089.3 (-21.2%)	647.7 (18.0%)	1,547.8 (43.7)	269.9 (-58.3%)	1,001.4 (-35.3%)	363.9 (34.8%)

자료 : 무역협회, 태양전지(8541409021) 및 모듈(8541409022) HS코드가 2022년 8541430000으로 통합

IV. 시사점

2027년에 가능할 것으로 예상되었던 글로벌 태양광 설치량 500GW 시대가 2024년에 가능할 전망

- 2024년 중국 태양광 설치량은 2023년에 이어 200GW를 넘어설 것으로 예상되며, 미국 태양광 설치량도 40GW가 예상되는 등 Big 2 지역 수요는 2024년에도 양호할 전망
- 독일을 중심으로 한 유럽지역도 러시아-우크라이나 사태 이후 연료비용이 없는 태양광 발전에 대한 수요가 늘고 있으며, 대규모 태양광 프로젝트 건설을 계획하고 있는 사우디아라비아 및 UAE 등 중동 지역 수요도 빠르게 증가할 전망
- 태양광 수요와 모듈 가격은 깊은 영향 관계가 있으며, 2024년 모듈 가격의 하향 안정화는 글로벌 수요 확대에 이어질 전망
- 모듈 가격하락으로 2024년 태양광 발전단가는 석탄 및 가스발전과의 발전단가 격차가 확대될 것으로 예상되며, 친환경 이슈뿐만 아니라 저렴한 에너지원에 대한 수요가 증가할 수밖에 없는 상황

글로벌 발전산업은 2027년 이후 태양광 + 에너지 저장장치가 결합된 분산전원 시대로 진입이 가속화될 전망

- 2023년 하반기 이후 리튬 배터리 가격이 빠르게 하락함에 따라 태양광 + 에너지 저장장치의 전기 공급단가도 빠르게 하락할 것으로 예상
- 리튬 배터리 이외에 가격을 더욱 낮출 수 있는 나트륨 배터리 등 에너지 저장기술 발전으로 2027년경에는 태양광 + 에너지 저장장치의 발전단가가 선진국을 중심으로 그리드패러티에 도달할 것으로 예상
- 2027년 이후 태양광 + 에너지 저장장치 + IT 기술 결합을 통해 소비자 수요에 능동적으로 대응할 수 있는 분산전원 시대가 본격화될 전망
- 태양광 발전의 최대 단점인 간헐성 문제를 에너지 저장장치를 통해 해결하고, VPP1(가상발전소 : Virtual Power Plant)를 통해 소비자 수요에 능동적으로 대응하는 에너지 솔루션 제공이 가능
- 향후 태양광 + 에너지 저장장치를 이용한 분산전원은 대규모 공사 비용, 기간 및 인허가 등 모든 측면에서 석탄 및 가스발전에 우위를 점해, 석탄 및 가스발전 수요를 대체할 전망

1) VPP(Virtual Power Plant) : 가정용 태양광과 같이 분산되어 있는 소규모 에너지 발전, 배터리, 연료전지 등 발전 설비와 전력 수요를 클라우드를 기반으로 소프트웨어적으로 통한 관리하는 가상의 발전소

국내 태양광 시장 확대를 위한 최대 선결조건은 비용절감을 통한 그리드패러티 달성

- 국내 태양광 발전단가는 글로벌 최고 수준으로 태양광 설치량이 늘어날수록 한전의 전기구매 비용이 증가
- 석탄 및 가스발전 대비 태양광 전기가격이 저렴한 국가들과 달리 국내 태양광 전기가격은 석탄 및 가스발전 대비 비싸 국내 태양광 보급 확대를 위해선 한전의 비용 부담이 커질 수밖에 없는 구조
- 국내 태양광 발전단가가 석탄 및 가스 발전단가 이하로 떨어지면 저렴한 전기를 구매하고자 하는 수요가 급증할 것으로 예상
- 글로벌 기업들은 저렴한 태양광 발전을 통해 RE100 달성이 용이하나, 우리 기업들은 비용부담이 커지고 있는 상황
- 국내 태양광 발전은 RE100 등 상당한 잠재수요를 가지고 있으며, 이러한 수요를 충족하기 위해선 태양광 발전단가를 낮추는 것이 급선무
- 보조금에 의존한 수요는 초기 시장단계에 국한되며, 지속적인 산업 성장을 위해선 태양광 발전이 경제성을 확보해 자발적 수요가 증가해야 함

국내 태양광 산업발전을 위해선 제조분야 뿐만 아니라 빠르게 성장하고 있는 태양광 프로젝트 개발 분야에 대한 시장 개척이 필요

- 국내 태양광 산업의 제조분야 현실은 보호무역으로 중국산 제품을 막고 있는 미국시장을 제외하고는 현재 경쟁력을 가져갈 수 있는 시장이 없는 상황
- 2023년 상반기 태양전지 및 모듈 수출액을 살펴보면 미국향 수출이 98.5%를 차지해 미국 이외의 지역으로는 수출이 거의 이루어지지 않고 있는 상황
- IRA가 시행될 경우 미국에서 생산되는 제품이 늘어나 태양광 수출은 더 줄어들 가능성이 높은 상황
- 국내 태양광 제조분야 경쟁력을 강화할 수 있는 방안은 수요가 있는 지역에서의 현지화이며, 현재는 미국에 한정되어 있는 상황
- 제조분야 보다 더 큰 시장을 형성하고 있는 태양광 프로젝트 개발 분야로 영역확장이 필요하며, 이를 위한 적극적인 금융지원 필요
- 프로젝트 개발 및 운영분야는 제조분야 보다 더 많은 부가가치 창출이 가능하며, 특히 방산 및 원 프로젝트 연계한 프로그램 개발을 통해 중동 및 동유럽 등 다양한 시장 진입이 가능
- 태양광 프로젝트 개발 및 운영을 위한 투자 및 대출 등 금융프로그램 마련을 통해 국가 차원의 청정에너지 분야의 사업 개발 역량을 확보가 필요