

2026.06.11

금융으로
만나는 새로운 세상

IBKS 에너지/소재 ESG In-Depth

광자(光子)의 전성시대

페로브스카이트 탠덤, 태양광의 가치 기준을 바꾸다

에너지/소재 **이동욱**

02) 6915-5671
treestump@ibks.com

RA **장성호**

02) 6915-5661
cpszoo9080@ibks.com

*AI로 제작된 이미지입니다.

IBK기업은행 금융그룹
IBK투자증권

본 조사분석자료는 당사 리서치부문에서 신뢰할 만한 자료 및 정보를 바탕으로 작성한 것이나 당사는 그 정확성이나 완전성을 보장할 수 없으며, 과거의 자료를 기초로 한 투자참고 자료로서 향후 주가 움직임은 과거의 패턴과 다를 수 있습니다. 고객께서는 자신의 판단과 책임하에 종목 선택이나 투자시기에 대해 최종 결정하시기 바라며, 본 자료는 어떠한 경우에도 고객의 증권 투자 결과에 대한 법적 책임소재의 증빙자료로 사용될 수 없습니다.



안녕하세요. IBK투자증권 에너지/소재 담당 이동욱입니다.

요즘 태양광을 다시 보게 되는 출발점은 분명합니다. 지난 10여 년간 태양광은 출력 1와트를 얼마에 만드느냐, 즉 와트당 단가의 산업이었고, 가장 싸게 만드는 회사가 이겼습니다. 그런데 모듈 가격은 더 내려갈 자리가 거의 없는 역사적 저점권입니다. 정작 비싸지는 쪽은 토지, 인허가, 계통접속, 전력 수요처까지의 거리입니다. 병목이 공장 안의 제조원가에서 공장 밖의 전력 접근권으로 넘어간 것입니다. 지금 부족한 것은싼 모듈이 아니라, 발전을 올릴 지붕과 계통에 붙을 부지입니다.

이 대목에서 시장이 흔히 범하는 오해가 페로브스카이트를 실리콘을 대체할 차세대 전지로 읽는 것입니다. 본질은 대체가 아니라 적층입니다. 검증된 실리콘 셀 위에 흡수층을 한 겹 더 얹어 단일접합의 효율 천장을 들어 올리는 구조입니다. 대체 프레임에서 TOPCon과 HJT는 사라질 자산이지만, 적층 프레임에서는 페로브스카이트가 올라설 고품질 하부 플랫폼이 됩니다. 하부 셀이 좋을수록 탠덤 효율도 올라가니, 쌓아온 실리콘 기술력이 오히려 더 강한 무기가 됩니다. 신기술의 과실이 신규 진입자가 아니라 기존 강자에게 먼저 돌아가는, 흔치 않은 경우입니다.

들여다봐야 할 숫자도 달라져야 합니다. 같은 지붕, 같은 공장 옥상에서 15~20% 더 많은 전기를 만든다면, 모듈 가격 프리미엄은 원가 부담이 아니라 프로젝트 수익성을 끌어올리는 요인으로 바뀝니다. 가치의 척도가 와트당 단가에서 단위 면적당 연간 발전량으로, 다시 내부수익률(IRR)로 넘어가는 것입니다. 토지와 계통이 막힌 한국, 일본, 유럽 등과 데이터센터 수요가 몰리는 미국 모두 상업/산업용 시장에서는 추가 1kWh의 값어치가 평균 전력단가를 웃돕니다. 페로브스카이트를 재생에너지 테마가 아니라 전력 접근권 테마로 봐야 하는 이유입니다.

다만 효율만으로 상업화가 결정되지는 않습니다. 태양광은 20~30년 발전량을 보증해야 하는 인프라 산업이고, 진짜 관문은 실험실 효율이 아니라 금융 조달 가능성(Bankability)입니다. 핵심은 그 모듈을 담보로 돈을 빌릴 수 있느냐입니다. 의미 있는 리레이팅도 효율 발표가 아니라 금융권이 할인율을 낮추는 순간에 나옵니다. 효율 헤드라인보다 야외 실증 데이터, 보증 기간, 파인낸싱 승인을 먼저 보셔야 합니다.

또한 올해 이 테마의 온도를 끌어올린 변수는 SpaceX IPO 모멘텀입니다. 우주 AI 데이터센터의 성패는 발사 비용에서 갈리고, 발사 비용이 낮아질수록 전력 시스템 무게를 줄이는 기술의 가치도 커집니다. 페로브스카이트의 초박막/유연 특성은 소재 우위를 넘어 발사 비용 곡선과 맞물립니다. 같은 소재가 지상에서는 고효율 탠덤으로, 우주에서는 초경량 전력막으로 읽히는 이유입니다. 다만 손익은 여전히 지상에 있으며, 우주는 기본 시나리오가 아니라 비용을 거의 들이지 않고 따라붙는 장기 옵션입니다.

태양광은 오랫동안 가장 싸게 만드는 회사가 이기는 게임이었습니다. 페로브스카이트가 바꾸는 것은 효율 숫자가 아니라 게임의 규칙 그 자체입니다. 지상에서는 제한된 면적 안에서, 우주에서는 제한된 질량 안에서 가장 높은 전력 가치를 뽑아내는 기업이 다음 승자가 될 것입니다. 페로브스카이트 탠덤은 양산 기대주가 아니라 전력 접근권 프리미엄을 여는 가치 기준 전환주로 볼 시점입니다. 국내에서는 한화솔루션이 기존 실리콘 셀/모듈 기반 위에 페로브스카이트 탠덤 프리미엄을 가장 현실적으로 얻을 수 있는 대표 수혜주로 판단됩니다.

감사합니다.

CONTENTS

페로브스카이트 탠덤, 태양광의 가치 기준을 바꾸다.....	4
I. 왜 탠덤이고, 왜 실리콘을 죽이지 않는가.....	8
단일접합 실리콘의 열역학적 천장.....	8
스펙트럼의 분업: 탠덤이 효율 천장을 들어 올린다.....	10
대체가 아니라 적응: 시장이 잘못 그린 대결 구도.....	12
TOPCon이 여는 탠덤 상업화의 지름길.....	14
참고: 페로브스카이트 태양전지 Overview.....	16
II. 가치의 척도가 원가 경쟁에서 공간 생산성 경쟁으로 이동.....	19
\$/W 프레임의 수확체감.....	19
면적 생산성, 페로브스카이트의 진짜 가치.....	21
재생에너지 테마를 넘어 전력 접근권 이슈로.....	24
병목 자산의 재가격화: 고효율 모듈은 부지/계통권을 증폭하는 레버리지다.....	26
수요처 기준의 이동: 발전단가가 아니라 회피비용이 프리미엄을 만든다.....	28
III. 효율이 아니라 금융이 시장을 연다.....	30
태양광은 제품 산업이 아니라 인프라 산업이다.....	30
인증과 금융 사이의 간극.....	31
Bankability는 소부장 전체의 프리미엄 요인이다.....	33
기술 리스크가 낮아질수록 밸류에이션은 제조업에서 인프라 플랫폼으로 이동한다.....	34
IV. 투자 시점과 순서: 장비가 먼저 움직이고, 소재가 표준을 잠근다.....	36
초기 사이클의 매출은 완제품이 아니라 라인에서 나온다.....	36
어떤 장비가 표준이 되는가가 알파의 원천이다.....	37
국내 투자자에게 특히 중요한 이유.....	39
장비가 시장을 열고, 소재가 수익성을 잠근다.....	40
페로브스카이트, OLED가 걸었던 길을 가고 있다.....	42
V. 프런티어: 우주 AI 데이터센터와 페로브스카이트.....	44
지상 데이터센터의 병목과 우주에서 연산한다는 발상.....	44
우주에서는 질문이 바뀐다: Compute per kilogram.....	45
우주가 페로브스카이트에 특히 적합한 다섯 가지 이유.....	48
결국 발사 비용이 어디까지 떨어지느냐의 문제다.....	50
서사는 궤도로, 손익은 지상에.....	53
VI. 투자전략 및 Top Pick.....	55
페로브스카이트 시장 전망: 실제 금융 가능한 생산능력이 중요하다.....	55
한화솔루션: 페로브스카이트를 가장 현실적인 플랫폼 옵션으로 보유한 국내 대표 기업.....	59
결론: 지금은 페로브스카이트를 양산 기대주가 아니라 가치 기준 전환주로 볼 시점.....	64
참고: 페로브스카이트 탠덤 시장과 한화솔루션 탠덤 실적/밸류에이션 전망.....	65
Company Analysis.....	69
한화솔루션 (009830): 탠덤 전환의 리스크를 자산으로 바꾸다.....	70

페로브스카이트 탠덤, 태양광의 가치 기준을 바꾸다

대체 아닌 적층,
실리콘 가치 재평가

페로브스카이트 실리콘 탠덤 태양전지(Perovskite-Silicon Tandem Solar Cell, 기존 실리콘 태양전지 위에 페로브스카이트 흡수층을 추가한 태양전지)는 태양광 산업의 다음 국면을 설명하는 핵심 변수이자 투자 변수이다. 그러나 이 기술을 단순히 실리콘을 대체할 차세대 태양전지로 이해하면 핵심을 놓치게 된다. 페로브스카이트의 본질은 대체가 아니라 적층이다. 이미 검증된 실리콘 셀을 버리는 것이 아니라, 그 위에 페로브스카이트 흡수층을 얹어 단일접합 실리콘이 도달한 효율 한계를 돌파하는 구조다. 따라서 페로브스카이트의 부상은 기존 실리콘 자산의 좌초가 아니라, 오히려 고품질 실리콘 플랫폼의 수명을 연장하고 가치를 높이는 방향으로 전개될 가능성이 높다.

\$/W 성장 공식 한계,
병목은 외부 비용으로

태양광 산업은 지난 10여 년간 단가(\$/W) 하락을 중심으로 성장했다. 폴리실리콘, 웨이퍼, 셀, 모듈 가격이 낮아질수록 수요가 늘었고, 가장 싸게 만드는 기업이 승자가 됐다. 그러나 이제 이 공식은 한계에 가까워지고 있다. 모듈 가격은 이미 역사적 저점권까지 내려왔고, 추가 가격 하락이 프로젝트 경제성에 미치는 영향은 과거보다 작아졌다. 반대로 토지, 인허가, 계통접속, 구조물, EPC, 금융비용, 전력 수요처와의 거리 같은 비모듈 비용의 중요성은 커지고 있다. 태양광의 병목이 공장 안의 제조원가에서 공장 밖의 전력 접근권으로 이동하고 있는 것이다.

면적당 출력 프리미엄,
IRR 개선의 출발점

이 변화 속에서 페로브스카이트 탠덤의 가치는 더 선명해진다. 탠덤은 더 싼 모듈을 만드는 기술이 아니라, 같은 면적에서 더 많은 전기를 만드는 기술이다. 기존 주류 실리콘 모듈이 22~24% 효율 구간에 머물러 있다면, 탠덤 모듈은 26~28% 이상의 상업적 효율을 지향한다. 같은 지붕, 같은 주차장, 같은 공장 옥상, 같은 산업단지 유희부지에서 15~20% 더 많은 전력을 생산할 수 있다면, 모듈 가격 프리미엄은 단순한 원가 부담이 아니라 프로젝트 IRR(내부수익률) 개선 요인으로 바뀐다. 특히 토지와 계통접속이 제한된 한국, 일본, 유럽, 미국 상업/산업용 시장에서는 고효율 모듈의 경제성이 단순한 LCOE(균등화발전비용)보다 훨씬 강한 의미를 갖는다.

투자 지표 전환,
효율보다 W/m²와 BOS

따라서 페로브스카이트 탠덤을 볼 때 투자자가 주목해야 할 지표도 바뀌어야 한다. 셀 효율 신기록만으로는 충분하지 않다. 중요한 것은 모듈 효율, W/m², 동일 면적 발전량 증가율, BOS(Balance of System, 태양광 모듈을 제외한 발전소 시스템 전반의 구성 요소) 비용 절감 효과, 지붕형 PPA(전력구매계약) 적용 가능성, 고객의 전력 회피비용, 그리고 프로젝트 금융 가능성이다. 과거 태양광의 핵심 질문이 얼마나 싸게 만들 수 있는가였다면, 앞으로의 질문은 제한된 면적에서 얼마나 비싼 전력 가치를 만들어낼 수 있는가로 바뀐다. 이 전환이 페로브스카이트 탠덤의 가장 큰 투자포인트다.

효율보다 Bankability,
금융 가능성이 관문

다만 기술의 상업화는 효율만으로 결정되지 않는다. 태양광은 제품 산업이 아니라 인프라 산업이다. 모듈은 판매되는 순간 가치가 확정되는 부품이 아니라, 20~30년 동안 발전량을 보증해야 하는 장기 자산이다. 그래서 페로브스카이트의 진짜 관문은 실험실 효율이 아니라 Bankability(금융 조달 가능성)이다. 금융기관과 보험사가 장기 열화율, 성능보증, 현장 데이터, 지역별 기후 안정성을 인정해야 대규모 태양광 프로젝트 금융이 가능하다. 인증 통과를 출발점일 뿐이고, 실제 상업화의 본질은 그 모듈을 담보로 돈을 빌릴 수 있는가에 있다.

상업화 시간표,
2026~2030년
단계적 확산

이 점에서 페로브스카이트 시장의 초기 확산은 단계적으로 전개될 가능성이 높다. 2026~2027년은 파일럿 라인, 초기 상업 출하, 인증, 신뢰성 테스트의 구간이다. 이 시기에는 모듈 판매량보다 파일럿 장비 발주, 공정 채택, 소재 승인, 대면적 균일도, 수율 데이터가 더 중요하다. 2028~2030년은 지붕형, 상업/산업용, BIPV(건물일체형 태양광), 데이터센터/반도체 클러스터 주변 분산전원 등 프리미엄 시장에서 초기 수요가 열릴 수 있는 구간이다. 그리고 2030년 이후에는 Bankability가 확보된 소수 기업을 중심으로 장기 PPA와 대형 프로젝트 시장이 본격화될 가능성이 있다.

장비가 먼저 움직이고
소재가 뒤따른다

투자 순서도 이 시간표를 따라가야 한다. 초기에는 완제품 모듈보다 장비가 먼저 움직인다. 페로브스카이트 상부 셀을 형성하기 위해서는 증착, 코팅, 계면 제어, 투명전극, 봉지, 검사, 라미네이션 등 새로운 공정이 필요하다. 파일럿 라인과 데모 라인이 깔리는 순간 장비 업체는 선행 매출을 확보할 수 있다. 이후 양산 공정이 반복되면 소재가 수익성을 잠근다. 전구체, ETL(전자수송층)/HTL(정공수송층), 계면소재, TCO(투명전도성 산화물), 봉지재, 배리어 필름, 검사장비는 효율뿐 아니라 열화율과 보증비용을 결정한다. 특히 한번 인증과 현장 데이터에 포함된 소재는 쉽게 교체되기 어렵기 때문에, 초기 채택의 락인 효과가 클 수 있다.

한국 소부장의 알파,
박막/검사/봉지 강점

국내 투자자에게 이 구조는 중요하다. 한국 기업이 범용 실리콘 모듈 원가 경쟁에서 중국과 정면으로 맞서기는 어렵다. 그러나 반도체/디스플레이 기반의 박막 증착, 정밀 코팅, 계면 제어, 검사/계측, 봉지/배리어 필름, 고기능 화학소재에서는 경쟁력을 갖고 있다. 페로브스카이트는 태양광이면서 동시에 디스플레이와 반도체 공정의 성격을 갖는 기술이다. 따라서 국내 시장의 알파는 단순 모듈 생산능력보다 장비와 소재, 그리고 Bankability를 가능하게 하는 공정 밸류체인에서 먼저 나타날 수 있다.

한화솔루션,
실리콘 기반 플랫폼 옵션

한화솔루션은 이러한 변화 속에서 국내 태양광 기업 중 가장 현실적인 페로브스카이트 플랫폼 옵션을 보유한 기업으로 평가할 수 있다. 핵심은 단순히 페로브스카이트 기술을 연구하고 있다는 점이 아니다. 기존 실리콘 설비, 미국 공급망, 대형 고객 채널, 진천 파일럿 라인, 독일 R&D 기반, 대면적 셀 효율 기록, 인증 및 신뢰성 테스트 경험을 동시에 보유하고 있다는 점이 중요하다. 페로브스카이트 탠덤은 실리콘을 대체하는 기술이 아니라 실리콘 위에 고부가 흡수층을 얹는 기술이기 때문에, 기존 실리콘 자산과 고객 기반을 가진 기업일수록 상업화 전환 가능성이 높다.

실적보다 이벤트,
수율/인증/고객 레퍼런스

다만 한화솔루션의 페로브스카이트 가치를 단기 실적에 과도하게 반영하는 것은 이르다. 현 단계에서 투자자는 매출액보다 이벤트를 봐야 한다. 대면적 셀 효율 추가 개선, 파일럿 라인의 수율과 반복 생산 데이터, 모듈 단위 효율, 장기 신뢰성 테스트, 보증 기간 확대, 대형 고객 또는 프로젝트 적용 레퍼런스가 핵심 촉매다. 이 이벤트들이 순차적으로 확인될수록 페로브스카이트 가치는 연구개발 옵션에서 사업가치로 이동할 수 있다. 한화솔루션의 중장기 리레이팅도 결국 효율을 제품으로, 제품을 프로젝트로, 프로젝트를 금융 가능한 자산으로 전환할 수 있는지에 달려 있다.

표 1. 한화솔루션 탠덤 모듈 사업 모델

구분	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
수요/시장/점유율										
세계 태양광 신규 수요(GW)	650	720	790	860	930	1,000	1,070	1,130	1,190	1,250
탠덤 침투율(%)	0.1%	0.1%	1.0%	2.0%	3.0%	7.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
탠덤 시장 규모(GW)	0.7	0.7	7.9	17.2	27.9	70.0	107.0	169.5	238.0	312.5
한화 탠덤 점유율(%)	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	3.0%	5.0%	7.0%	7.0%	6.0%	6.0%
한화 탠덤 출하량(GW)	0.0	0.0	0.2	0.3	0.8	3.5	7.5	11.9	14.3	18.8
평가/매출										
탠덤 모듈 ASP(\$/W)	\$0.38	\$0.34	\$0.30	\$0.27	\$0.24	\$0.22	\$0.20	\$0.19	\$0.18	\$0.17
모듈 매출(\$백만)	\$5	\$5	\$47	\$93	\$201	\$770	\$1,498	\$2,254	\$2,570	\$3,188
AMPC 보조금(\$백만)	\$1	\$1	\$9	\$19	\$35	\$96	\$103			
수익성(EBITDA/영업이익)										
모듈 EBITDA(AMPC 제외, \$백만)	(\$0)	(\$0)	\$1	\$6	\$18	\$85	\$180	\$293	\$334	\$446
총 EBITDA(\$백만)	\$0	\$1	\$10	\$24	\$53	\$181	\$283	\$293	\$334	\$446
감가상각비(\$백만)	\$1	\$1	\$5	\$8	\$16	\$62	\$105	\$158	\$180	\$223
영업이익(\$백만)	(\$0)	\$0	\$5	\$16	\$37	\$119	\$178	\$135	\$154	\$223
총 EBITDA 마진(%)	7.4%	12.8%	20.3%	26.4%	26.2%	23.5%	18.9%	13.0%	13.0%	14.0%
영업이익률(%)	-4.6%	1.8%	10.3%	17.4%	18.2%	15.5%	11.9%	6.0%	6.0%	7.0%
원화 환산(KRW)										
모듈 매출(십억원)	7	7	65	128	277	1,063	2,067	3,111	3,547	4,399
총 EBITDA(십억원)	1	1	13	34	73	250	390	404	461	616
영업이익(십억원)	-0.3	0.1	7	22	50	165	245	187	213	308

자료: 한화솔루션, IBK투자증권

표 2. 한화솔루션 탠덤 모듈 사업 밸류에이션 시나리오(2035년 터미널 기준)

구분	Bear	Base	Bull	비고
2035E 터미널 가정				
세계 태양광 신규 수요(GW)		1,250	1,250	1,250
탠덤 침투율(%)		15.0%	25.0%	35.0%
한화 점유율(%)		4.0%	6.0%	8.0%
탠덤 ASP(\$/W)		\$0.15	\$0.17	\$0.20
EBITDA 마진(%)		10.0%	14.0%	18.0%
2035E 도출				
탠덤 시장(GW)		188	313	438
한화 출하(GW)		7.5	18.8	35.0
모듈 매출(\$백만)		\$1,125	\$3,188	\$7,000
EBITDA(\$백만)		\$113	\$446	\$1,260
가치 산정(EV/EBITDA, 현재가치 환산)				
적용 EV/EBITDA(x)		6.0x	9.0x	13.0x
사업가치 EV @2035(\$백만)		\$675	\$4,016	\$16,380
할인율(%)		12.0%	11.0%	10.0%
할인 기간(년)		9	9	9
현재가치 환산 사업가치(\$백만)		\$243	\$1,570	\$6,947
(\$십억)		\$0.2	\$1.6	\$6.9
(조원)		0.3조	2.2조	9.6조
교차검증(EV/Sales)				
적용 EV/Sales(x)		0.9x	1.2x	1.5x
EV @2035(\$백만)		\$1,013	\$3,825	\$10,500
현재가치 환산(조원)		0.5조	2.1조	6.1조

자료: 한화솔루션, IBK투자증권

I. 왜 탠덤이고, 왜 실리콘을 죽이지 않는가

단일접합 실리콘의 열역학적 천장

실리콘 성숙의 역설,
대체보다 보완 수요 확대

결정질 실리콘 태양전지는 이미 압도적으로 성숙한 기술이다. 공급망은 완성됐고 원가는 낮아졌으며, 25~30년 운전을 견디는 신뢰성도 충분히 검증됐다. 2025년 기준 세계 태양광 셀 생산능력은 연 ITW를 웃돌고, N형 TOPCon(Tunnel Oxide Passivated Contact, 터널 산화막 패시베이션 접촉 태양전지)이 신규 증설의 대부분을 차지하며 과거 주력이던 P형 PERC(Passivated Emitter and Rear Cell)를 사실상 밀어냈다. 단기간에 실리콘이 페로브스카이트로 대체될 가능성이 낮은 이유다. 그런데 바로 그 성숙함이 문제의 본질을 드러낸다. 실리콘 단일접합은 이미 물리적 효율 한계에 바짝 다가서 있다.

열역학적 효율 한계,
단일접합의 물리적 천장

그 한계는 공정이 아니라 열역학에서 온다. 단일 흡수층은 밴드갭(Bandgap, 전자가 전기를 만들 수 있는 상태로 올라가기 위해 넘어야 하는 최소 에너지 차이, 실리콘 약 1.1eV)보다 에너지가 낮은 장파장 빛을 흡수하지 못하고, 밴드갭보다 높은 단파장 빛은 흡수해도 초과 에너지를 열로 흘려 보낸다. 두 손실은 소재를 아무리 정교하게 설계해도 제거되지 않는다. 그 결과 실리콘 단일접합의 실효 효율 상한은 약 29.4%에 머문다.

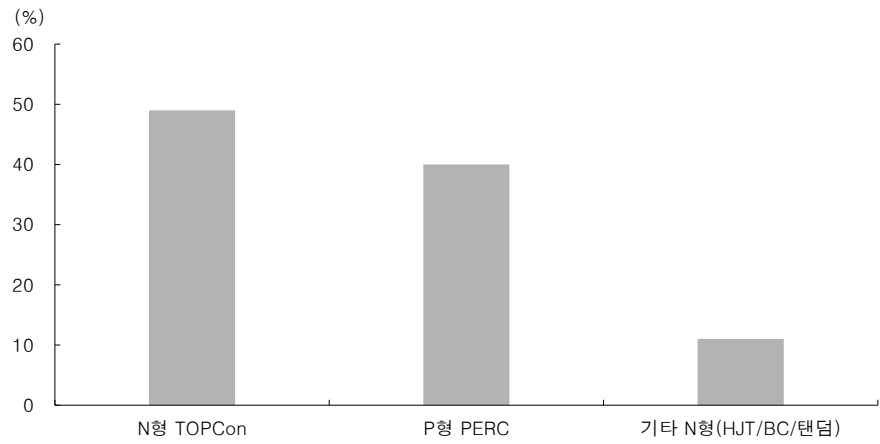
남은 효율 여지 축소,
마지막 2~3%p 경쟁

이 숫자가 투자 관점에서 중요하다. 상업용 고효율 모듈이 22~24%, 실험실 최고 단일접합 실리콘이 27%대 후반인 현실을 감안하면, 실리콘 단일접합이 추가로 확보할 효율 여지는 2~3%포인트 안팎에 불과하다. TOPCon, HJT(Heterojunction Technology, 이종접합 태양전지), BC(Back Contact, 후면접촉 태양전지) 같은 차세대 실리콘 기술은 여전히 의미가 있지만, 세대를 거듭할수록 개선폭은 좁아지고 마지막 몇 %포인트를 끌어올리는 한계 비용은 가파르게 상승할 전망이다.

효율 개선 수확체감,
새 대안이 필요한 구간

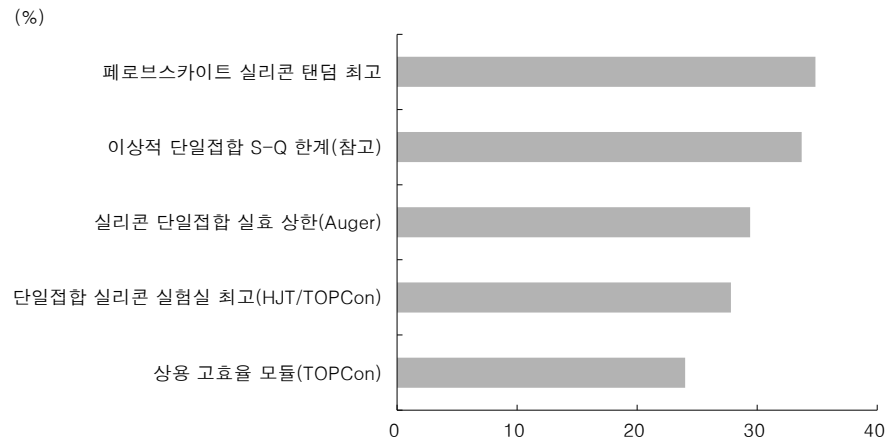
실리콘 단일접합은 기술 진보가 멈춘 산업이 아니라 효율 개선의 수확체감 구간에 들어선 산업이다. 이 구간에서 공정 개선만으로 새로운 성장 구조를 만들기는 어렵다. 산업이 다음 단계로 넘어가려면 단일접합 구조 자체의 한계를 넘는 새 구조가 필요하고, 그 대안이 페로브스카이트 실리콘 탠덤이다.

그림 2. 세계 태양광 셀 기술 점유율 현황(2025년)



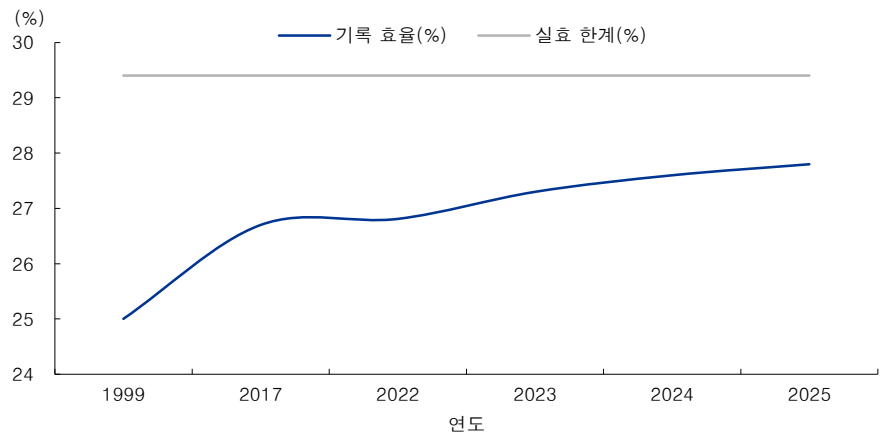
자료: ITRPV, ILC, IEA, IBK투자증권

그림 3. 태양광 모듈 효율 비교



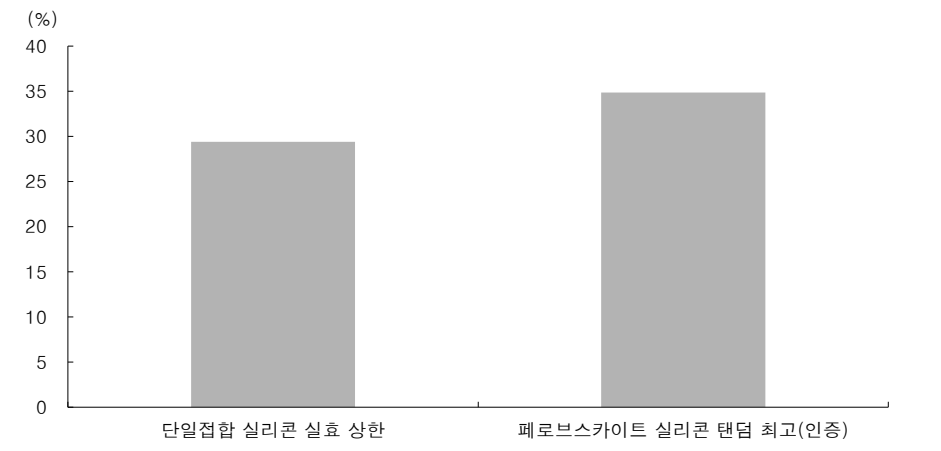
자료: NREL, Richter, SQ, LONGi, IBK투자증권

그림 4. 단일접합 실리콘 기록 효율 추이



자료: NREL, Richter, IBK투자증권

그림 5. 단일접합 실리콘/페로브스카이트 실리콘 탠덤 효율 비교



자료: SQ, LONGi, Richter, IBK투자증권

스펙트럼의 분업: 탠덤이 효율 천장을 들어 올린다

스펙트럼 분업 원리,
상부/하부 셀 역할 분리

탠덤의 원리는 단순하지만 강력하다. 태양광 스펙트럼에는 짧은 파장의 고에너지 빛과 긴 파장의 저에너지 빛이 섞여 있다. 단일 실리콘 셀은 이를 하나의 흡수층에서 처리하므로 흡수 손실과 열화 손실을 동시에 피하기 어렵다. 탠덤은 상부 페로브스카이트 층(밴드갭 약 1.6~1.7eV)이 고에너지 단파장을, 하부 실리콘 셀(약 1.1eV)이 남은 장파장을 맡는다. 하나의 스펙트럼을 두 발전층이 분업하는 셈이다.

밴드갭 조절 강점,
실리콘과 에너지 정합

페로브스카이트가 이 역할에 맞는 이유는 밴드갭을 비교적 자유롭게 조절할 수 있기 때문이다. ABX₃(페로브스카이트 기본 골격 화학식) 결정구조에서 할로겐 조성(요오드/브롬 비율 등)을 바꾸면 상부 셀의 흡수 영역을 1.6~1.8eV에서 설계할 수 있고, 이는 하부 실리콘 셀과 에너지를 맞추는 데 유리하다. 실리콘 위에 얹힐 때 페로브스카이트는 가장 자연스럽게 강력한 효율 개선 수단이 된다.

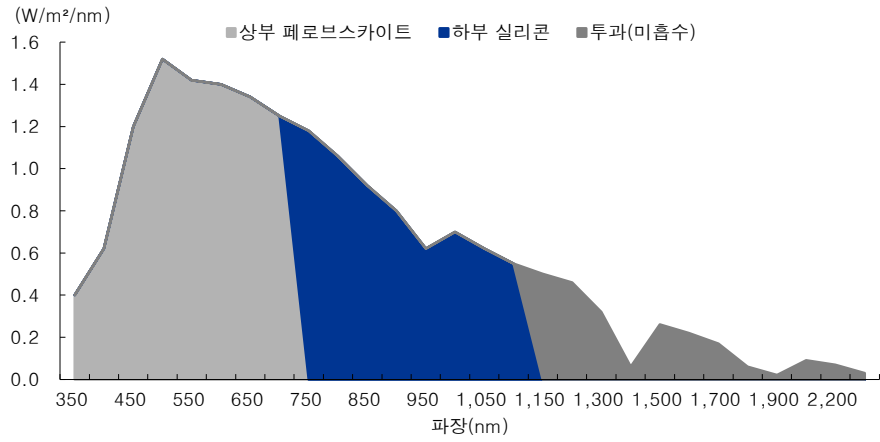
탠덤 효율 상방,
단일접합 천장 돌파

분업의 효과는 이론적으로 크다. 단일접합의 한계가 29%대라면 페로브스카이트 탠덤은 이론적으로 40%대 초중반까지 접근한다. 그리고 인증 효율도 최근 빠르게 올랐다. LONGi는 2024년 6월 2단자 탠덤에서 34.6%를 기록한 뒤 2025년 34.85%(NREL 인증)로 자체 기록을 경신했고, JinkoSolar도 34%대 안팎을 발표했다. 실리콘 공정의 효율을 조금 더 높이는 차원이 아니라, 단일접합의 물리적 천장을 구조적으로 끌어올리는 것이다.

기존 산업과 연결,
실리콘 역량이 탠덤 무기

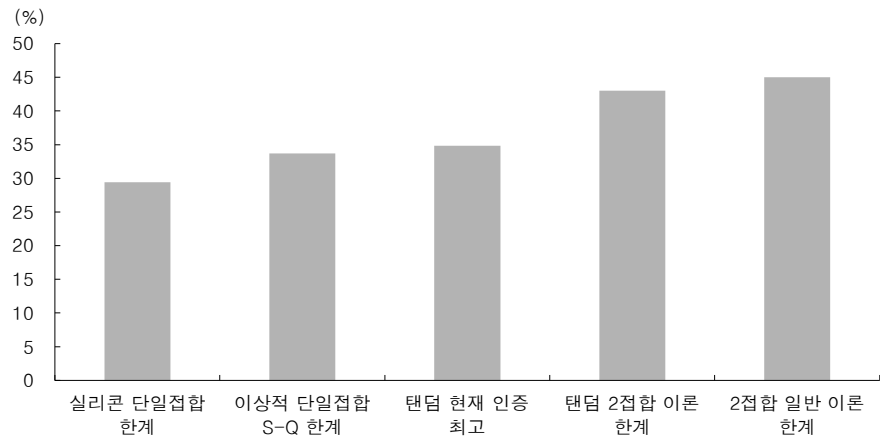
투자 관점에서 주목할 점은 이 기술이 기존 산업 기반과 단절돼 있지 않다는 것이다. 탠덤은 실리콘 셀을 버리고 새로 시작하는 기술이 아니라 기존 고효율 실리콘 셀 위에 발전층을 더하는 경로다. 한화솔루션이 자사 Q.ANTUM 실리콘 셀을 하부 셀로 삼아 28.6%를 달성한 것이 대표적이다. 즉, 기존 실리콘 업체가 쌓아온 웨이퍼/셀 공정, 모듈화, 품질관리, 고객 채널, 보증 역량이 탠덤 시대에도 그대로 무기가 된다.

그림 6. 스펙트럼 분업(누적영역)



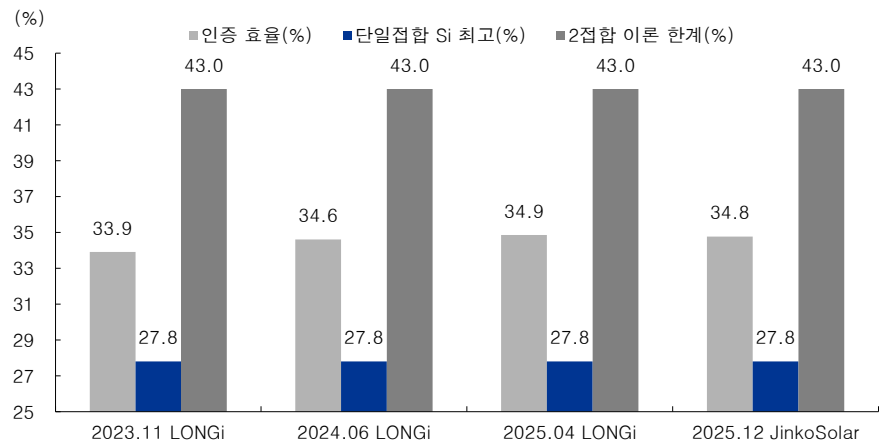
자료: ASTM, IBK투자증권

그림 7. 단일접합/탠덤 이론 한계 비교



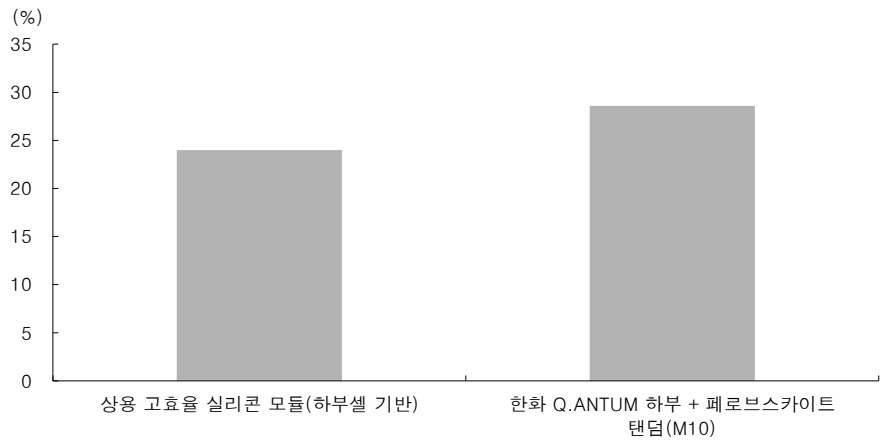
자료: Richter, SQ, IBK투자증권

그림 8. 중국 주요 업체 페로브스카이트 실리콘 탠덤 인증 효율 추이



자료: LONGi, JinkoSolar, PV-Magazine, NREL, IBK투자증권

그림 9. 상용 고효율 모듈/한화솔루션 탠덤 효율 비교



자료: 한화솔루션, IBK투자증권

대체가 아니라 적층: 시장이 잘못 그린 대결 구도

대체 프레임 오류,
실리콘 좌초가 아닌
업그레이드

시장의 오류는 페로브스카이트를 실리콘의 대체재로 읽는 데 있다. 이 프레임에서는 페로브스카이트의 부상이 곧 실리콘 자산의 좌초를 뜻한다. 그러나 상업적으로 가장 현실적인 경로는 대체가 아니라 적층이다. 실리콘이 하부 셀로 남고 그 위에 페로브스카이트 상부 셀이 얹히는 2단자 구조가 주류다.

하부 플랫폼 가치,
TOPCon/HJT가 기반 자산

이 구분은 결론을 뒤집는다. 대체 프레임에서 TOPCon, HJT, BC는 언젠가 사라질 자산처럼 보인다. 그러나 적층 프레임에서는 같은 기술이 페로브스카이트가 올라설 고품질 하부 플랫폼으로 바뀐다. 하부 셀의 품질이 높을수록 탠덤 전체 효율도 올라가므로, 실리콘 셀 기술력은 탠덤 시대에 오히려 더 강한 차별화 요인이 될 수 있다.

세계 탠덤 경로,
Tier 1도 실리콘 결합 선택

세계 주요 태양광 업체들이 페로브스카이트를 별도 산업이 아니라 실리콘 역량과 결합한 탠덤으로 접근하는 이유가 여기에 있다. LONGi, JinkoSolar, 한화솔루션, Oxford PV가 모두 실리콘 기반 탠덤을 주력 경로로 삼고 있다는 사실은, 상업화가 기존 밸류체인을 무너뜨리는 방식이 아니라 그 위에 고부가 공정과 소재를 얹는 방식으로 전개될 것임을 시사한다.

기존 강자 수혜,
고품질 플랫폼 보유 기업
우위

요컨대 페로브스카이트는 실리콘의 적이 아니라 실리콘의 수명을 늘리는 장치다. 1차 수혜는 페로브스카이트를 새로 시작하는 기업이 아니라, 기존 실리콘 자산과 공정 노하우 위에 고부가 레이어를 얹을 수 있는 기업에 돌아갈 가능성이 높다. 이는 기술 점프의 과실이 신규 진입자보다 기존 강자에게 먼저 배분되는 드문 사례다.

표 3. 대체/적층 프레임 비교

구분	대체 프레임	적층 프레임
핵심 가정	페로브스카이트가 실리콘을 대체	페로브스카이트가 실리콘 위에 적층(2단자 주류)
실리콘 자산(TOPCon/HJT/BC)	좌초 위험 자산	탠덤이 올라설 고품질 하부 플랫폼
하부 셀 품질의 의미	무의미(폐기 예정)	높을수록 탠덤 전체 효율 ↑ → 차별화 요인
기존 밸류체인	붕괴/재구축 대상	고부가 공정/소재를 얻는 확장 대상

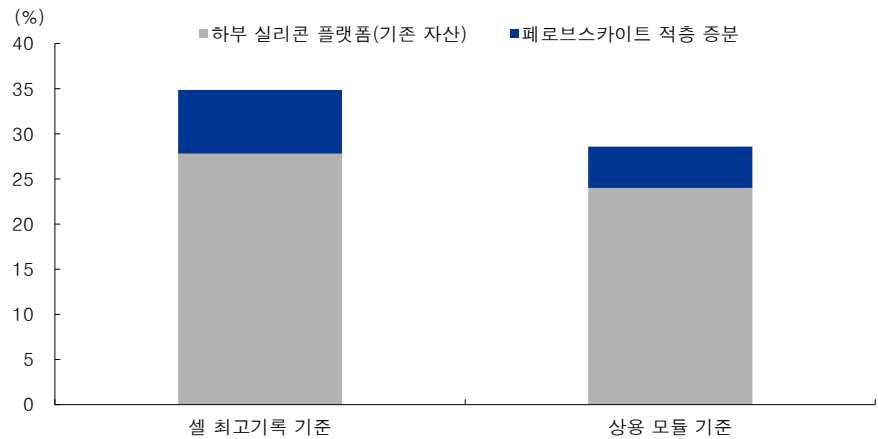
자료: 업계, IBK투자증권

표 4. 세계 Tier 1 태양광 업체 탠덤 경로

업체	하부 셀 기술	구조	최고 효율(%)	비고
LONGi	HJT 헤테로접합	2단자	34.85	NREL 인증(2025.4), 셀
JinkoSolar	N형 TOPCon	2단자	34.76	NPVM 인증(2025.12), 셀
한화솔루션	Q,ANTUM(PERC 계열)	2단자	28.60	M10 전면적(2024.12), 연구셀 31.6%
Oxford PV	상용 실리콘(파트너)	2단자	24.50	상용 사이즈 모듈 첫 출하(2024.12)

자료: PV-Magazine, PS, ACerS, IBK투자증권

그림 10. 탠덤 가치 적층 구조



자료: LONGi, 한화솔루션, IBK투자증권

TOPCon이 여는 탠덤 상업화의 지름길

TOPCon 기반 확장성,
기존 라인의 업그레이드
옵션

TOPCon 호환성은 탠덤 상업화 속도를 가르는 핵심 변수다. 탠덤의 본질은 완전히 새 태양전지를 만드는 것이 아니라 이미 대규모로 깔린 실리콘 플랫폼 위에 상부 셀을 얹어 효율 한계를 돌파하는 데 있다. 이 관점에서 TOPCon은 가장 현실적인 하부 셀이다. 세계 셀 업체의 신규 증설과 PERC 전환 투자가 이미 TOPCon으로 쏠려 있어, 탠덤은 새 공장을 짓는 기술이 아니라 기존 TOPCon 라인을 고효율로 업그레이드하는 옵션으로 해석할 수 있다.

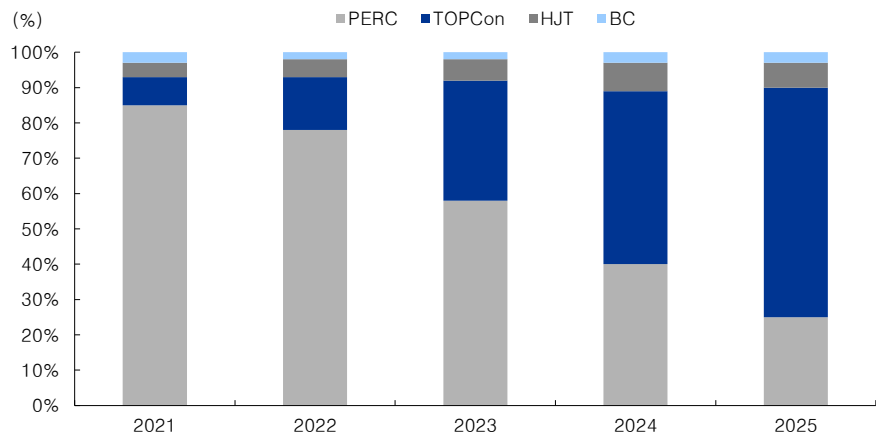
호환성이 속도, 최고
효율보다 양산 접목성

관건은 최고 효율이 아니라 기존 라인에 얼마나 잘 붙느냐다. HJT가 기술적으로 탠덤에 유리한 면이 있지만, 산업적으로는 TOPCon의 압도적인 설치 기반과 공급망이 더 큰 힘을 갖는다. 태양광은 연구실 효율보다 수율, 원가, 장비 호환성, 웨이퍼 표준화, 모듈 신뢰성이 상업화 속도를 좌우하는 산업이다. TOPCon 기반 탠덤은 이 변수 전반에서 기존 인프라를 활용할 여지가 크고, 호환성이 높을수록 기술 리스크는 낮아진다. 대형 셀 업체에 탠덤은 차세대 기술 도입이 아니라 기존 설비의 수명 연장과 평가 방어 수단이 된다.

프리미엄 사이클 촉매,
2027~2030년 상업화 촉

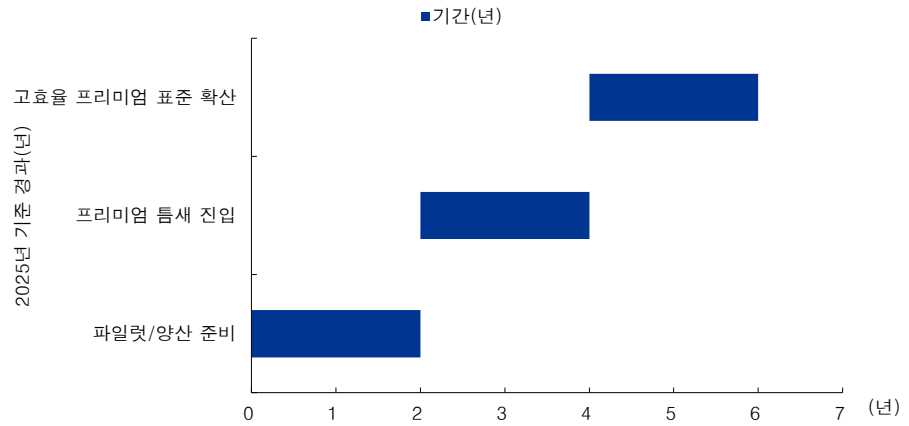
투자 관점에서 TOPCon 호환성은 탠덤을 먼 미래 기술에서 2027~2030년 프리미엄 제품 사이클로 끌어내리는 촉매다. 초기 시장은 유틸리티 범용 모듈이 아니라 지붕형, BIPV, 면적이 제한된 프로젝트, 우주/고효율 특수 전원처럼 면적당 출력의 가치가 높은 영역에서 열릴 가능성이 크다. 대형 TOPCon 업체가 파일럿 라인에서 수율과 신뢰성을 확보하면 탠덤은 고효율 프리미엄 모듈의 표준으로 확산될 수 있다. 결과적으로 TOPCon 호환성은 기존 TOPCon 업체에는 효율 프리미엄 방어 수단을, 장비/소재 업체에는 증착/계면/투명전극/봉지재라는 새로운 성장축을 동시에 열어줄 전망이다.

그림 11. 세계 셀 기술 점유율 추이



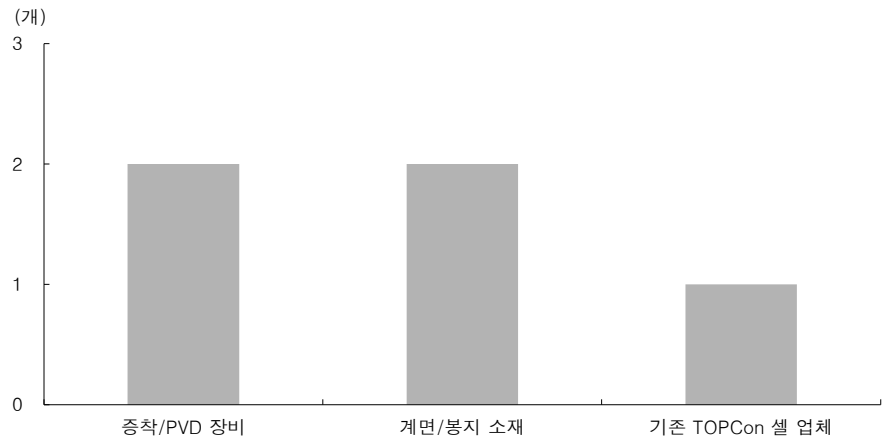
자료: ITRPV, ILC, IBK투자증권

그림 12. 탠덤 상업화 로드맵 전망



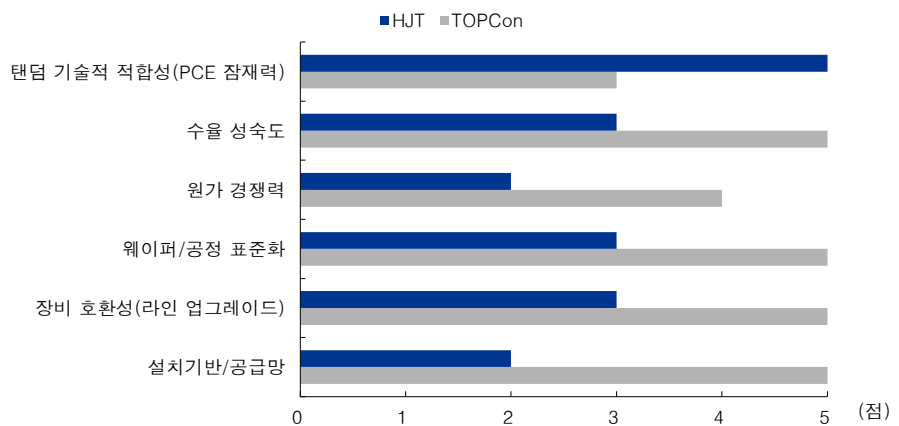
자료: ITRPV, Oxford PV, IBK투자증권

그림 13. 수해 카테고리별 신규 공정 단계



자료: PV-Tech, IBK투자증권

그림 14. TOPCon/HJT 접목성 정성평가(1~5)



자료: Joule, IBK투자증권

참고: 페로브스카이트 태양전지 Overview

페로브스카이트 개념, 박막 흡수층의 차세대 후보	페로브스카이트 태양전지는 결정질 실리콘 이후 가장 주목받는 차세대 기술이다. 페로브스카이트란 특정 광물에서 유래한 결정 구조의 이름으로, 태양전지에서는 이 구조를 가진 화합물이 빛을 흡수해 전기를 만드는 광흡수층 역할을 맡는다. 실리콘 웨이퍼가 담당하던 흡수층을 매우 얇은 박막으로 대체하거나, 실리콘 위에 한 층 더 적층해 발전 효율을 끌어올리는 기술이다.
실리콘 효율 둔화, 보완 소재 필요성 확대	오늘날 태양전지는 대부분 실리콘 기반이다. 실리콘은 수십 년간 검증된 안정적 기술이고 대량 생산 체제도 확립돼 있으나, 성숙할수록 효율 개선 속도가 둔화된다. 단일 소재가 흡수할 수 있는 빛의 영역에 본질적 한계가 있기 때문이다. 태양빛은 여러 파장으로 이뤄지는데, 실리콘은 일부 영역을 전기로 바꾸는 데 강하지만 나머지는 충분히 쓰지 못하거나 열로 잃는다.
정량화된 효율 한계, 29%대 천장 인식	한계는 정량적으로도 드러난다. 흔히 인용되는 쇼클리-퀘이서 한계(Shockley-Queisser limit)는 밴드갭 약 1.34eV의 이상적 단일 흡수층을 가정한 값이고, 밴드갭 1.1eV의 실리콘은 오제 재결합(Auger recombination)까지 반영하면 실효 상한이 약 29.4%로 더 낮다. 양산 셀이 이미 26% 안팎까지 올라온 만큼 추가 개선 여지는 빠르게 축소되고 있다. 페로브스카이트가 이 한계를 보완할 소재로 평가되는 배경이다.
박막 강점, 얇고 조성 설계가 자유롭다	페로브스카이트의 가장 큰 특징은 빛을 매우 효율적으로 흡수한다는 점이다. 수백 나노미터 두께만으로 높은 광흡수 성능을 내므로 두꺼운 웨이퍼가 필요 없고, 조성을 조절해 어떤 파장을 더 잘 흡수할지 설계할 수 있다. 단독 태양전지로도 쓸 수 있으나, 더 중요한 응용은 실리콘과 결합한 탠덤이다.
탠덤 구조 의미, 같은 패널 안의 파장 분업	탠덤은 두 셀을 위아래로 적층한 구조다. 상부 페로브스카이트가 짧은 파장을, 하부 실리콘이 남은 긴 파장을 흡수한다. 겉으로는 하나의 패널이지만 내부에서는 두 발전층이 파장대별로 빛을 나눠 쓰며, 그 결과 같은 면적에서 더 많은 전기를 만든다. 2026년 현재 공인 최고 효율은 LONGi의 34.85%로 단일접합 한계를 넘어섰고, 양산 적용 측면에서는 한화솔루션이 산업용 규격 실리콘 하부 셀 기반으로 28.6%(인증 기준)를 공개했다. 페로브스카이트가 주목받는 이유는 새로운 소재여서가 아니라, 정제된 실리콘 효율 한계를 넘어설 거의 유일한 현실적 경로이기 때문이다.
저온 박막 공정성, BIPV/필름 확장 가능성	제조 측면의 특징도 흥미롭다. 페로브스카이트 박막은 비교적 낮은 온도에서 형성되고 용액/코팅 등 다양한 공정으로 만들 수 있다. 이론적으로는 유리뿐 아니라 금속박, 플라스틱 필름 위에도 얇게 코팅할 수 있어, 장기적으로 건물 외벽/창호, 차량, 휴대용 전원, 우주용 태양전지처럼 기존 실리콘이 닿기 어려웠던 영역으로 확장될 여지가 크다. 다만 현 단계에서 산업적으로 가장 중요한 방향은 실리콘과 결합한 고효율 탠덤이며, 상용화의 실질적 관건은 효율 자체보다 내구성과 양산 수율의 검증 속도다.

그림 15. 페로브스카이트 탠덤 기술 설명

Perovskite-Tandem 기술 설명

기존 실리콘셀에 페로브스카이트셀 적층

탠덤셀 개념도

기존 실리콘셀 개념도

Perovskite-Tandem (Silicon-Perovskite Tandem)

기술 개요

Perovskite-Tandem은 실리콘 기반 하부셀(Bottom Cell) 위에 Perovskite 상부셀(Top Cell)을 적층한 다중 접합(Multi-junction) 구조의 차세대 고효율 태양전지 기술

서로 다른 밴드갭을 가진 두 셀이 태양광 스펙트럼의 서로 다른 파장을 흡수함으로써 에너지 활용도를 극대화

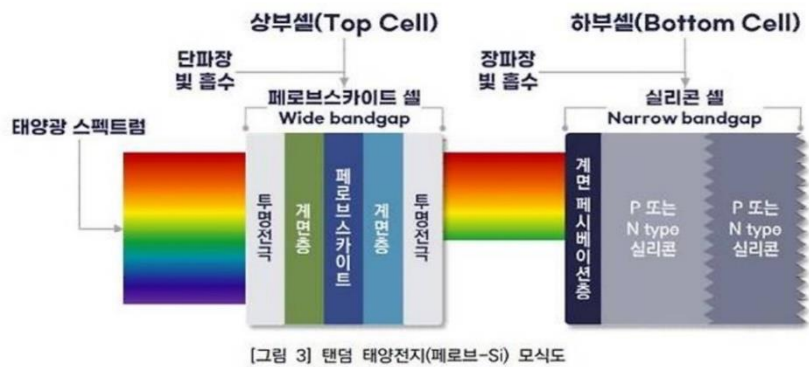
구조적 특징

하부의실리콘셀은 장파장영역을, 상부의Perovskite 셀은 단파장영역을 주로 흡수하여발전하며, 직렬연결(2-terminal 기준)구조를 통해 전류를 공유.

이를 통해 단일접합(Single-junction)실리콘셀의 이론적효율 한계를초과하는고효율구현가능

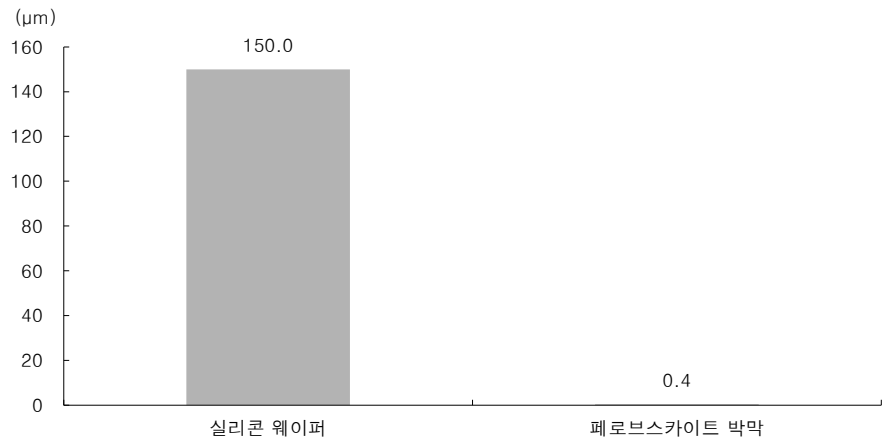
자료: 한화솔루션, IBK투자증권

그림 16. 페로브스카이트 탠덤 태양전지 모식도



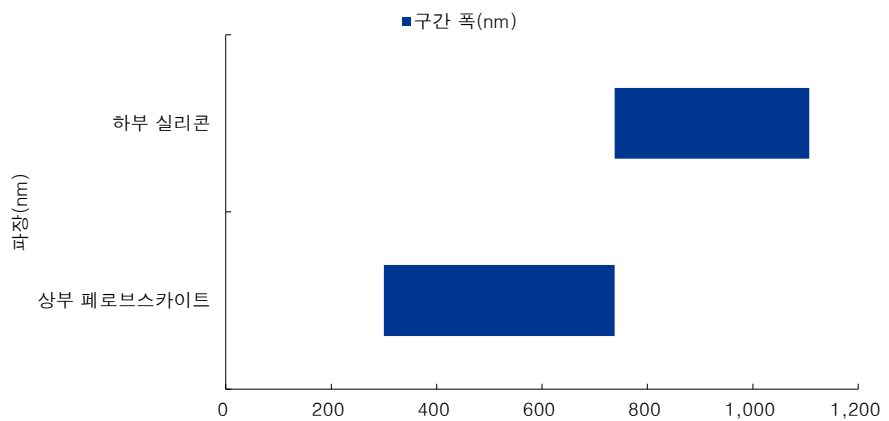
자료: KISTEP, IBK투자증권

그림 17. 실리콘 웨이퍼/페로브스카이트 박막 흡수층 두께 비교



자료: ITRPV, IBK투자증권

그림 18. 탠덤 흡수 파장 커버리지



자료: ITRPV, IBK투자증권

표 5. 탠덤 확장 응용 영역 예상

응용 영역	기판/형태	확장 근거
유리 기반 고효율 모듈	유리	현 주류, 실리콘 탠덤(2단자)
건물 외벽/창호(BIPV)	유리/필름	면적당 가치 ↑, 색/투과 설계
차량 통합(MIPV)	곡면/필름	경량/곡면 적용, 면적 제약
휴대용 전원	플라스틱 필름	경량/유연, 휴대성
우주/고효율 특수 전원	금속박/필름	경량/고비출력, 면적당 출력 가치 극대

자료: Swift Solar 등, IBK투자증권

II. 가치의 척도가 원가 경쟁에서 공간 생산성 경쟁으로 이동

\$/W 프레임의 수확체감

\$/W 잣대의 시대, 가격 하락 중심 성장 모델

태양광을 분석하는 전통적 잣대는 \$/W였다. 모듈/웨이퍼/셀 가격이 얼마나 내렸는지, 폴리실리콘이 어디까지 떨어졌는지가 산업과 기업 평가의 중심이었다. 모듈이 시스템 원가의 절대 비중을 차지하던 시기에는 타당한 논리였다.

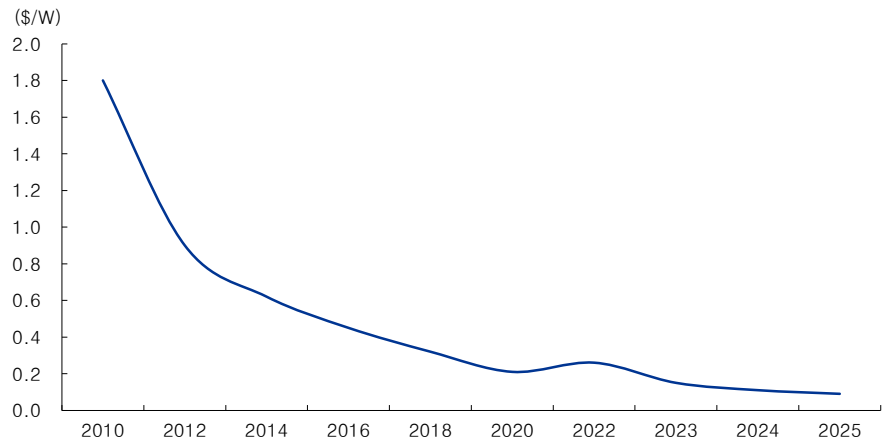
비모듈 비용 부상, 토지/계통/금융비가 핵심

지금은 국면이 다르다. 모듈 가격은 역사적 저점까지 내려왔고, 추가 인허가 프로젝트 경제성에 미치는 영향은 과거보다 작다. 태양광 원가는 모듈만으로 구성되지 않는다. 토지, 구조물, 케이블, 인버터, 접속반, 변압기, 인허가, 계통접속, EPC, 금융비용, 유지보수 등이 함께 들어간다. 모듈이 싸질수록 전체 원가에서 모듈이 차지하는 비중은 줄고, 비모듈 비용의 무게가 커진다.

가격 경쟁의 가치 파괴, 공급과잉 속 수익성 훼손

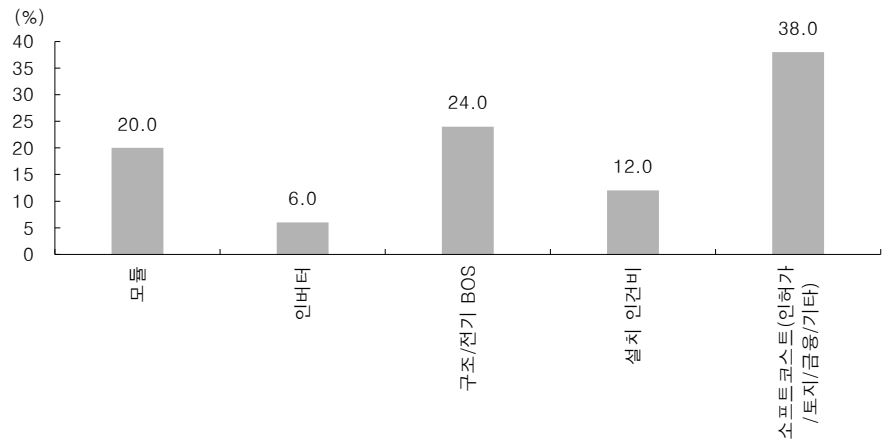
이 환경에서 단순한 \$/W 경쟁은 산업 전체의 수익성을 갉아먹는다. 더 싼 모듈은 수요처에는 이롭지만, 공급과잉에 시달리는 제조업체에는 가치 파괴를 가속하는 요인이다. 이에 다음 프리미엄은 더 낮은 가격이 아니라 더 높은 산출에서 나올 수밖에 없다. 업계에서 거론되는 25~30% 효율 탠덤 모듈의 제조원가는 와트당 0.29~0.42달러 수준인데, 이 숫자는 동일 면적 출력 증가분과 함께 놓고 봐야 비로소 의미를 갖는다.

그림 19. 태양광 모듈 가격 추이



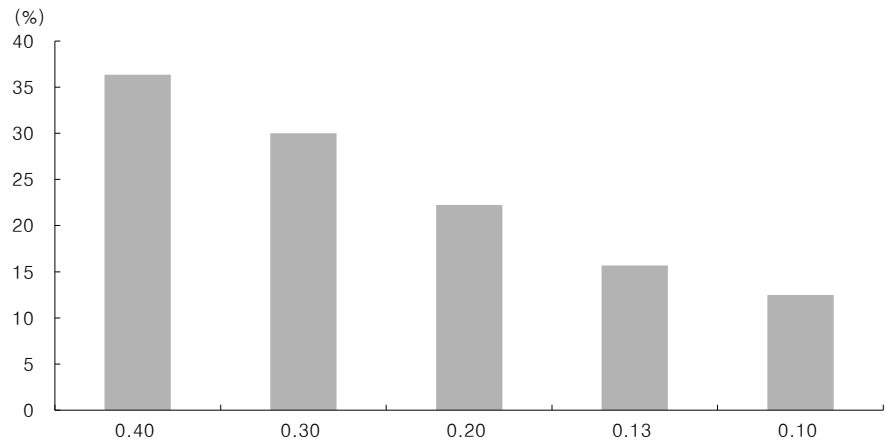
자료: BNEF, IBK투자증권

그림 20. 유틸리티 태양광 시스템 원가 구성



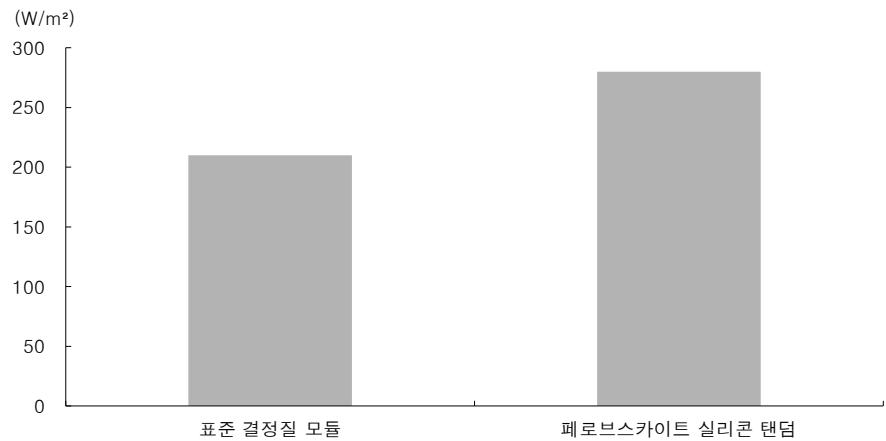
자료: NREL, IBK투자증권

그림 21. 모듈 가격별(\$/W) 시스템 내 모듈 비중 현황



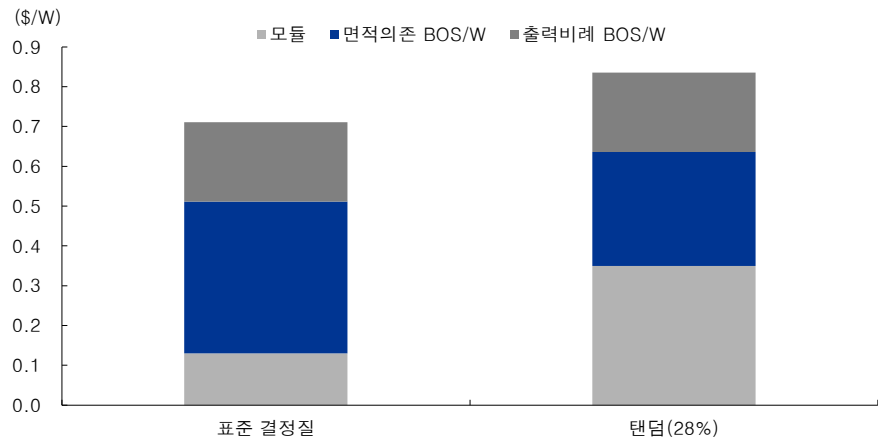
자료: NREL, IBK투자증권

그림 22. 실리콘/탠덤 면적당 출력 비교



자료: NREL, IBK투자증권

그림 23. 시스템 \$/W 분해



자료: Watt/Springer, IBK투자증권

면적 생산성, 페로브스카이트의 진짜 가치

\$/W 밖의 논리, 더 싼 모듈보다 더 많은 kWh

페로브스카이트 탠덤의 논리는 \$/W 프레임을 벗어난다. 와트당 가격을 얼마나 낮추느냐가 아니라 같은 면적에서 얼마나 더 많은 kWh를 만드느냐가 핵심이다. 더 싼 모듈과 더 많이 만드는 모듈은 다르며, 탠덤은 경쟁의 초점을 가격 하락에서 출력 프리미엄으로 옮긴다.

15~20% 출력 증가, 같은 면적의 발전량 레버리지

차이는 수치로 분명하다. 주류 실리콘 모듈 효율이 22~24%인 데 비해 탠덤 모듈은 26~28%를 지향한다. 같은 지붕, 같은 주차장, 같은 물류센터, 같은 반도체 공장 부지에서 15~20% 더 많은 전기를 생산한다면, 모듈 가격 프리미엄의 상당 부분은 프로젝트 경제성으로 흡수된다. 토지/인허가/계통접속이 병목인 시장에서는 이 효과가 모듈 가격 인하 효과를 압도할 수 있다.

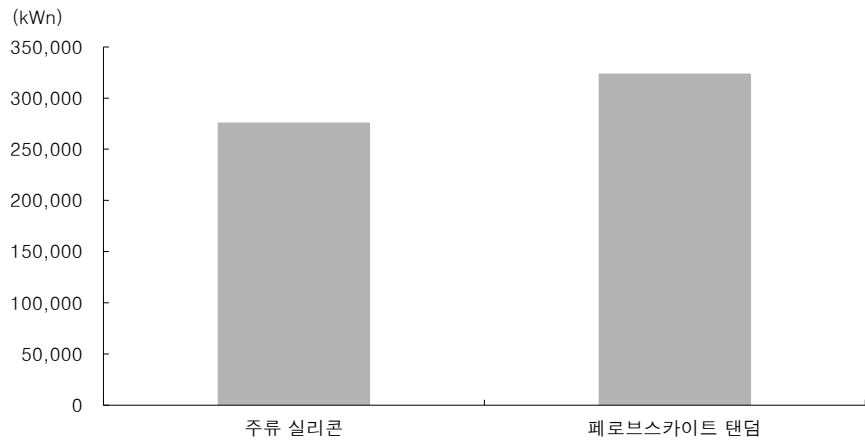
LCOE보다 병목 회전을, 제한 자산 생산성 개선

페로브스카이트 탠덤의 경제성은 모듈 원가 하락이 아니라 프로젝트 LCOE 하락과 병목 자산의 회전을 상승에서 나온다. 토지가 부족하고 계통접속이 제한된 시장일수록 고효율 모듈의 가치는 크게 커진다. 한국, 일본, 유럽, 미국의 상업/산업용 태양광 시장이 페로브스카이트 탠덤의 우선 적용처가 될 수 있는 이유다.

모듈 효율 핵심, 셀 기록보다 프로젝트 성과

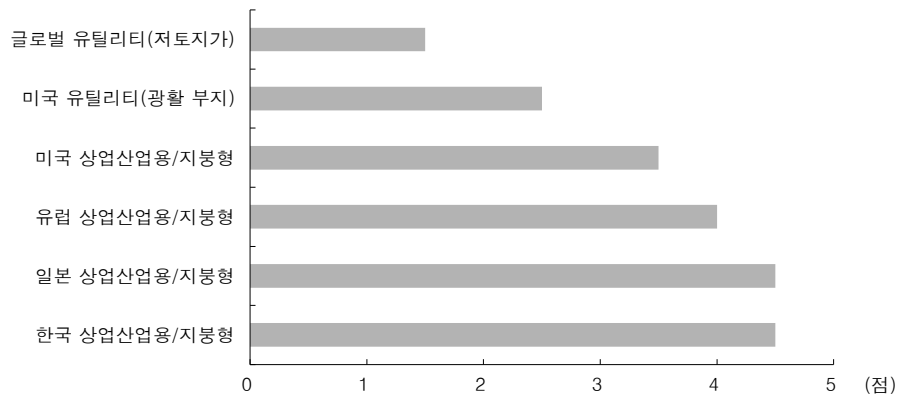
투자자가 봐야 할 지표도 바뀐다. 셀 효율의 절대치만으로는 부족하다. 모듈 효율, W/m², 동일 면적 발전량 증가율, BOS 비용 절감률, 프로젝트 경제성 개선폭, 지붕형/산업용 PPA 채택 여부가 더 중요하다. 셀 효율 30%라는 헤드라인보다, 모듈 효율 26~28% 제품이 실제 프로젝트에서 만들어낸 발전량 프리미엄이 몇 %인지가 핵심이다.

그림 24. 동일 면적 연간 발전량 비교



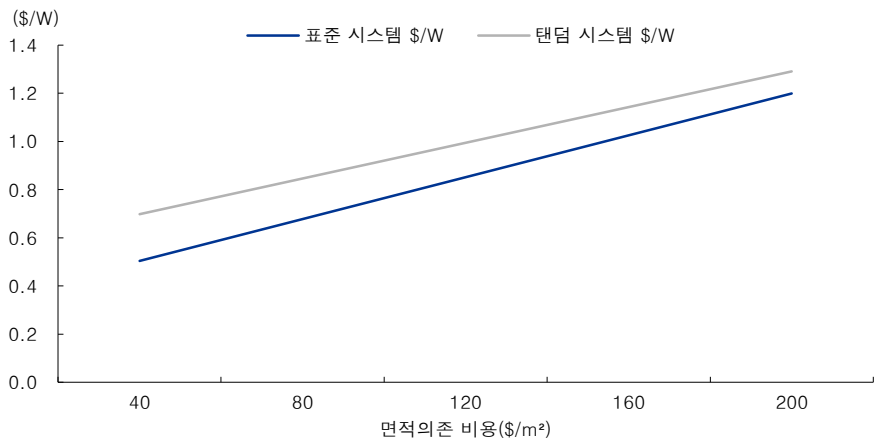
자료: Watt/Springer, IBK투자증권

그림 25. 토지/계통 제약별 고효율 가치 우선순위 정성점수(1~5)



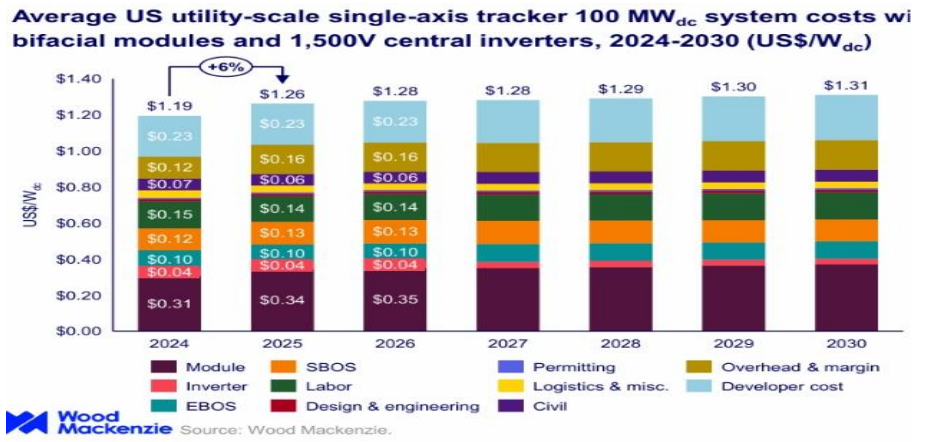
자료: NREL, IBK투자증권

그림 26. 면적의존 비용 민감도



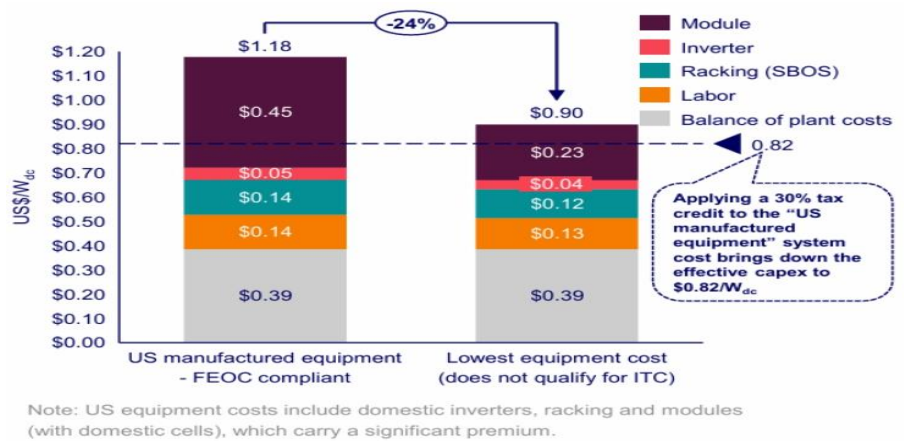
자료: NREL, IBK투자증권

그림 27. 유틸리티 시스템 원가 전망 1



자료: Wood Mackenzie, IBK투자증권

그림 28. 유틸리티 시스템 원가 전망 2



자료: Wood Mackenzie, IBK투자증권

재생에너지 테마를 넘어 전력 접근권 이슈로

전력 접근권 테마,
필요한 곳의 전력이 가치

페로브스카이트 탠덤은 단순한 재생에너지 테마가 아니라 전력 접근권 이슈다. 전력 수요가 급증하는 국면에서는 전기를 얼마나 싸게 만드느냐만큼이나, 필요한 장소에서 필요한 전력을 확보할 수 있느냐가 중요해진다.

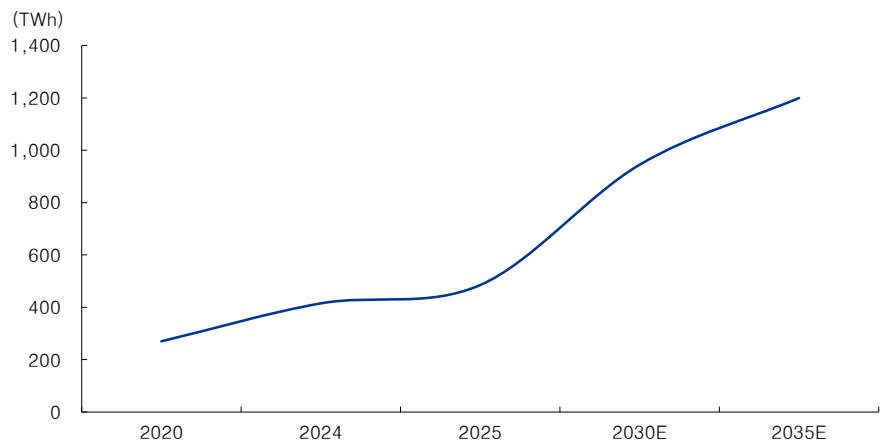
전력 다소비 수요처,
데이터센터/반도체 지붕형
수요

AI 데이터센터와 반도체 클러스터가 대표적이다. 막대한 전력을 쓰지만 부지와 계통 접속은 제한적이다. 페로브스카이트 태양광이 이들의 전력 전부를 해결하지는 못한다. 그러나 공장 지붕, 주차장 캐노피, 물류센터 옥상, 산업단지 유희부지, ESS 결합형 분산전원에서는 면적당 발전량이 곧 확보 가능한 전력량이 될 수 있다.

전력 접근성 기술,
계통/부지 병목 완화 수단

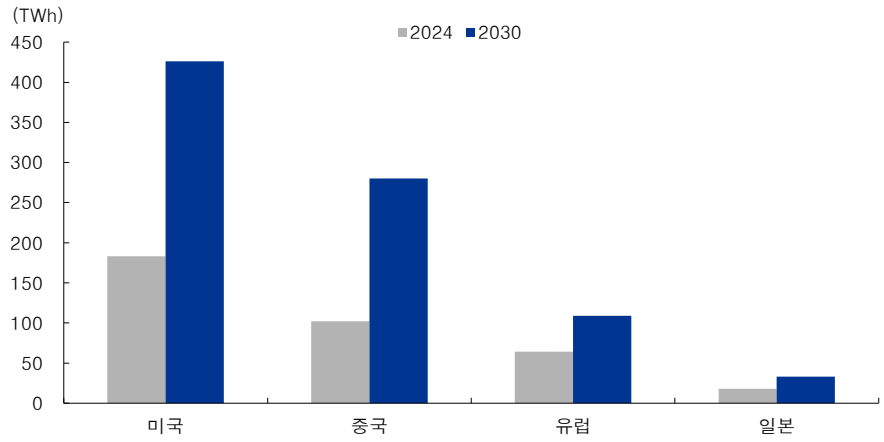
이 지점에서 페로브스카이트는 태양광 소재가 아니라 전력 접근성을 높이는 기술로 재해석된다. 같은 면적에서 더 많은 전력을 확보하면 계통 접속 대기, 토지 부족, 인허가 지연, 주민 수용성 문제를 부분적으로 완화할 수 있다. 수혜 밸류체인도 셀/모듈 업체에 그치지 않고, 고효율 모듈을 실제 프로젝트 경제성으로 전환할 수 있는 기업군 전체로 넓어진다. 모듈/ESS/전력변환장치 업체, 지붕형 PPA 사업자, BIPV 시공사, 데이터센터/공장용 에너지 솔루션 기업이 한 줄로 엮인다. 이에 셀 효율이 높은 기업보다, 고효율 모듈을 전력 수요처에 팔아 프로젝트로 연결할 채널을 가진 기업이 더 높은 가치를 받을 가능성도 있다.

그림 29. 세계 데이터센터 전력 소비 추이/전망



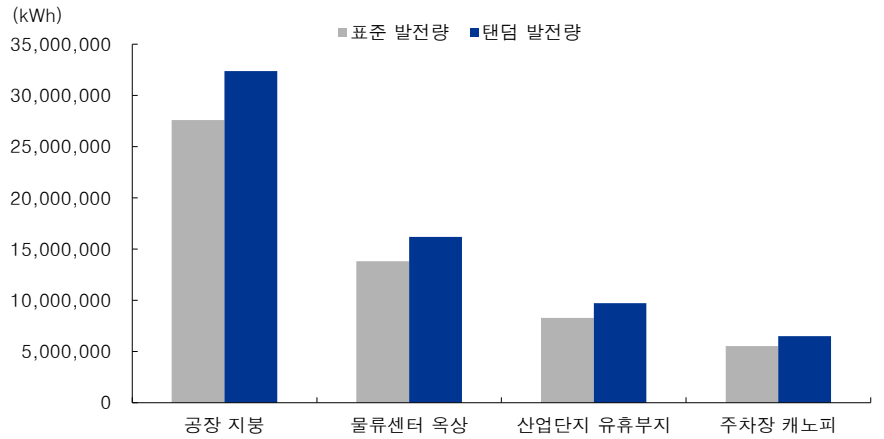
자료: IEA, IBK투자증권

그림 30. 지역별 데이터센터 전력 소비 현황/전망



자료: IEA, IBK투자증권

그림 31. 표면별 확보 발전량 비교(예시)



자료: PV-Magazine, IBK투자증권

병목 자산의 재가격화: 고효율 모듈은 부지/계통권을 증폭하는 레버리지다

병목 자산 재가격화,
부지/계통권 가치 증폭

페로브스카이트 탠덤의 가장 중요한 투자포인트는 효율 상승 자체가 아니라 희소해지는 자산을 다시 가격 매긴다는 데 있다. 그동안 태양광 밸류체인은 병목은 모듈 제조원가였다. 하지만 모듈 가격이 급락한 뒤 병목은 공정 내부에서 프로젝트 외부로 옮겨갔다. 이제 부족한 것은 싼 모듈이 아니라 발전 가능한 지붕, 계통에 붙을 수 있는 부지, 인허가가 끝난 프로젝트, 수요처에 가까운 분산전원 입지다. 병목이 공장 안의 원가에서 공장 밖의 접근권으로 넘어간 것이다.

기존 부지 생산성 증폭,
추가 인허가 없는 발전
증가

이 관점에서 탠덤은 효율 높은 차세대 셀에 그치지 않는다. 이미 확보된 면적과 이미 승인된 계통접속권의 생산성을 높이는 기술이다. 같은 물류센터 지붕, 반도체 공장 옥상, 주차장 캐노피, 산업단지 유희부지에서 15~20% 더 많은 전력을 만든다면, 이는 단순한 출력 증가가 아니라 신규 부지/추가 인허가/계통 대기/주민 수용성 문제 없이 발전량을 늘리는 효과다. 탠덤이 신규 시장을 여는 기술인 동시에 기존 프로젝트의 숨은 발전권을 끌어올리는 업그레이드 기술인 이유다.

IRR로 설명되는 프리미엄,
고효율이 수익률로 전환

따라서 고효율 모듈의 프리미엄은 제품 단가가 아니라 병목 자산의 회전율로 설명해야 한다. 모듈이 10~20% 비싸도 같은 면적의 발전량이 늘고, BOS 비용이 와트당으로 희석되며, PPA 수익과 ESS 충전량이 증가하면 프로젝트 IRR은 개선된다. 특히 상업/산업용 태양광, 지붕형 PPA, 데이터센터/반도체 클러스터 전력 솔루션에서는 발전단가보다 확보 가능한 전력량 자체가 더 큰 가치다. 수요처가 원하는 것은 가장 싼 모듈이 아니라, 제한된 공간에서 가장 많은 전력을 안정적으로 공급하는 솔루션이다.

프리미엄 시장 우선 침투,
면적 제약 지역부터

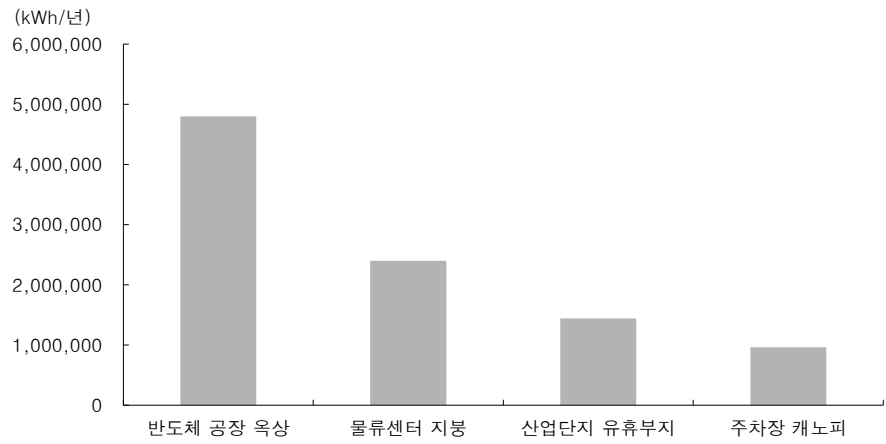
따라서 탠덤의 초기 상업화는 대규모 유틸리티보다 면적, 계통, 전력 수요가 동시에 병목으로 작용하는 프리미엄 시장에서 먼저 의미를 가질 전망이다. 토지 제약이 큰 한국/일본/유럽, 데이터센터 수요가 급증하는 미국, 그리고 발전 부지와 전력 수요처가 밀착된 산업단지/물류센터/반도체 공장이 대표적이다. 이들 시장에서는 \$/W가 다소 높아도 kWh/m²와 IRR 개선폭이 더 중요하다. 결국 다음 승자는 가장 싸게 만드는 기업이 아니라 제한된 면적에서 가장 높은 전력 가치를 만들어내는 기업이 될 가능성이 높다.

표 6. 병목의 이동

구분	과거(공장 안 원가)	현재(공장 밖 접근권)
핵심 병목	모듈 제조원가	발전 가능 지붕/계통접속 부지/인허가 완료 프로젝트/수요 인접 입지
희소 자원	싼 모듈	접근권(부지/계통/인허가/주민 수용성)
경쟁 우위	원가 경쟁력	면적당 발전 가치/접근권 확보
고효율의 역할	미미	확보된 면적/계통권의 생산성 증폭
평가 지표	\$/W	kWh/m ² /IRR/병목 자산 회전율

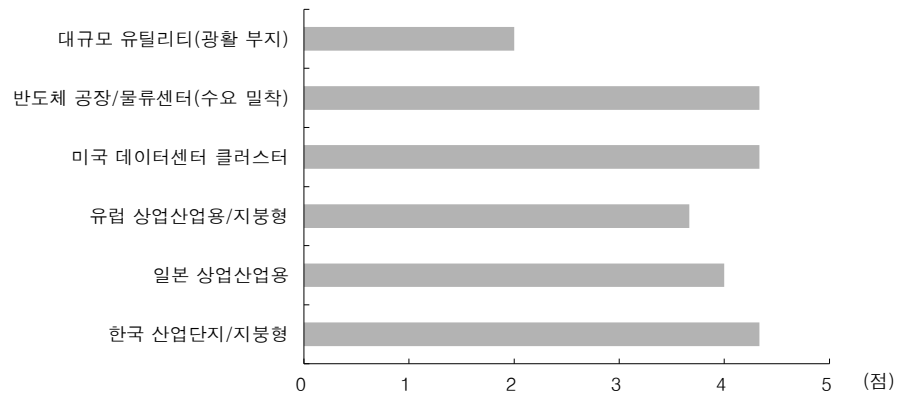
자료: NREL, IBK투자증권

그림 32. 동일 부지의 추가 발전량 비교(예시)



자료: PV-Magazine, IBK투자증권

그림 33. 프리미엄 시장 우선 침투 정성점수(1~5)



자료: IEA, IBK투자증권

수요처 기준의 이동: 발전단가가 아니라 회피비용이 프리미엄을 만든다

회피비용 기준 부상,
LCOE보다 전기요금 절감

가치 척도의 이동을 설명하는 또 하나의 축은 전력 구매자의 평가 기준이 LCOE에서 회피비용으로 옮겨가고 있다는 점이다. 기존 분석은 발전사업자 관점에서 얼마나 싸게 전기를 만드느냐에 집중했다. 그러나 AI 데이터센터, 반도체 공장, 물류센터, 산업단지, 대형 상업시설의 질문은 다르다. 이들이 원하는 것은 가장 낮은 \$/W 모듈이 아니라, 비싼 전력 구매를 얼마나 줄이고 계통 리스크와 조달 불확실성을 얼마나 낮추느냐다.

자가소비 비교 기준,
도매가 아닌 실제 부담
전력비

이 차이가 중요하다. 유틸리티 태양광에서는 판매가격이 낮아 모듈 가격 경쟁이 곧 수익성 경쟁으로 이어진다. 반면 상업/산업용, 지붕형 PPA, 자가소비형 태양광에서 비교 기준은 도매 전력가격이 아니라 기업이 실제로 부담하는 전기요금, 피크 요금, 송배전 비용, RE100 대응 비용, 전력 조달 지연 비용이다. 같은 1kWh라도 발전사업자에게는 낮은 판매단가의 전기일 수 있지만, 전력 다소비 기업에는 비싼 전기요금을 피하는 수단이 된다.

추가 전력 비용 절감,
피크/ESS/구매전력 완화

페로브스카이트 탠덤의 프리미엄은 이 지점에서 커진다. 같은 공장 지붕에서 15~20% 더 많은 전력을 만들면 전력 구매량 감소, 피크 부담 완화, ESS 충전량 증가, 조달 포트폴리오 다변화로 이어진다. 전력 수요는 빠르게 느는데 계통 증설이 더딘 지역에서는 추가 1kWh의 가치가 평균 전력가격을 웃돈다.

프리미엄의 대체 대상,
무엇을 줄이느냐가 핵심

따라서 탠덤의 경제성은 모듈 단가가 실리콘보다 얼마나 비싼가가 아니라, 추가 출력이 수요처의 비용 구조에서 무엇을 대체하는가로 판단해야 한다. 추가 발전량이 낮은 도매 판매를 대체하면 프리미엄은 제한적이지만, 높은 전기요금/계통 대기/RE100 프리미엄/ESS 충전 부족/피크 요금을 대체하면 프리미엄은 훨씬 커진다. 같은 기술이라도 적용 시장에 따라 가치가 달라진다.

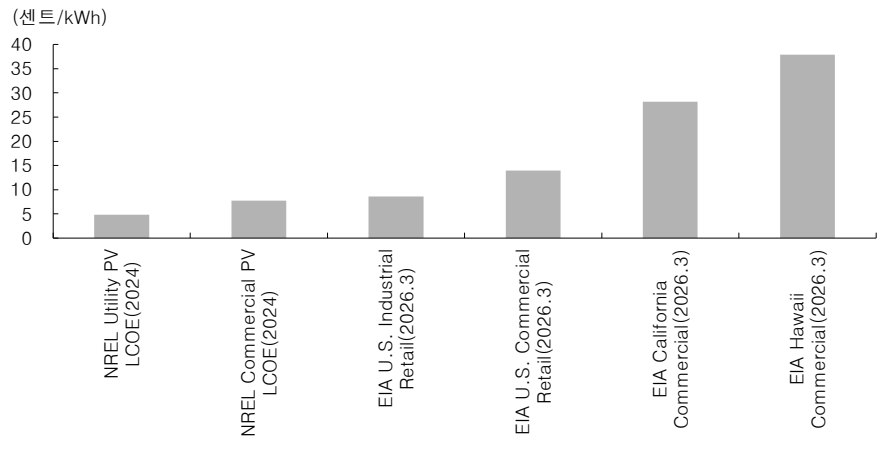
초기 고객군 유망,
전력비 큰 산업 수요처

이 관점에서 초기 시장은 발전소보다 전력비 부담이 크고 안정성이 중요한 수요처에서 먼저 열릴 전망이다. 데이터센터, 반도체 클러스터, 배터리 공장, 물류센터, 냉동창고, 대형 유통시설, 산업단지 지붕형 태양광이 그렇다. 이들에게 태양광은 친환경 설비가 아니라 전력비 헤지 수단이자 조달 리스크를 낮추는 인프라이기 때문이다.

비싼 전력비 회피,
탠덤 프리미엄의 본질

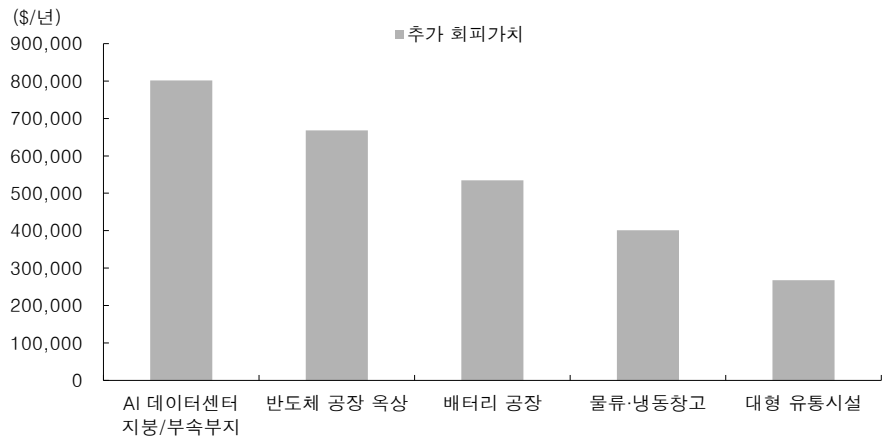
정리하면 탠덤의 투자포인트는 더 싼 태양광이 아니라 더 비싼 전력비를 피하게 해주는 태양광이다. \$/W 시대에는 제조원가가, kWh/m² 시대에는 면적당 발전량이 중요했다면, IRR 시대에는 추가 발전량이 어떤 비용을 대체하는지가 중요하다. 고효율 모듈의 프리미엄은 평균 발전단가가 아니라 수요처가 실제로 부담하는 높은 전력비와 접근 비용을 낮추는 데서 나온다. 그래서 투자자는 탠덤 기업을 볼 때 효율 경쟁보다 어떤 고객군을 확보했는지를 봐야 한다. 유틸리티에 저가 모듈을 납품하는 기업보다, 데이터센터/반도체 공장/산업 PPA 고객을 확보해 추가 kWh를 높은 회피비용으로 전환하는 기업이 더 높은 가치를 받을 가능성이 크다.

그림 34. 실제 부담 전력비 비교



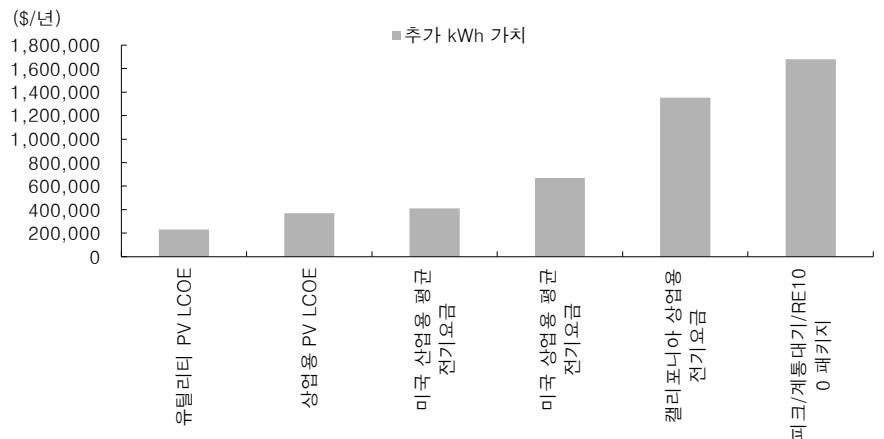
자료: NREL, IEA, IBK투자증권

그림 35. 추가 회피가치 비교



자료: LONGi, EIA, IBK투자증권

그림 36. 추가 kWh 가치 비교(기준 면적 10만m² 기준 예시)



자료: NREL, EIA, IBK투자증권

III. 효율이 아니라 금융이 시장을 연다

태양광은 제품 산업이 아니라 인프라 산업이다

태양광은 장기 인프라,
20~30년 현금흐름 산업

태양광은 반도체나 디스플레이와 다르다. 제품을 팔고 끝나는 산업이 아니라 20~30년 동안 발전량을 보증해야 하는 인프라 산업이다. 발전사업자는 모듈 성능보증, 열화율 데이터, 보험, 프로젝트 파이낸싱, 장기 PPA를 필요로 한다. 그래서 페로브스카이트 상업화의 가장 중요한 관문은 실험실 효율 기록이 아니라 Bankability, 즉 금융기관과 보험사가 믿고 장기 자금을 대출 수 있는 제품이 되느냐다.

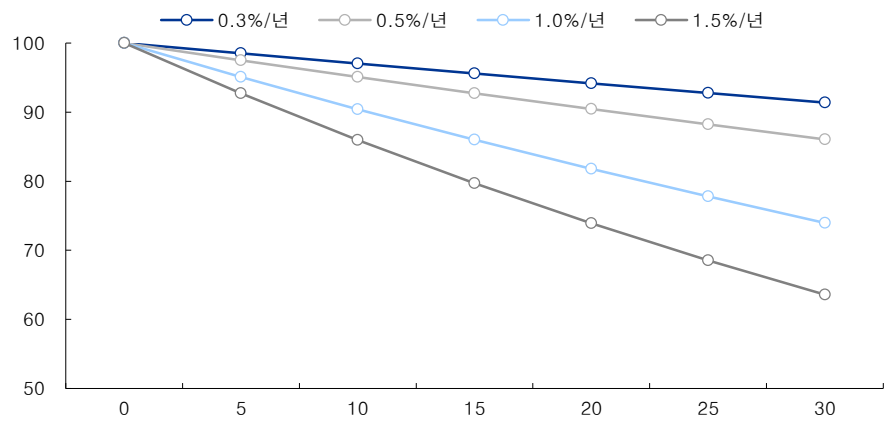
열화율 불확실성 비용,
할인율과 보증비 부담

탠덤이 아무리 높은 효율을 내도 장기 성능 유지가 불확실하면 프로젝트 금융은 보수적으로 반응할 것이다. 효율이 1~2% 포인트 높아도 열화율이 불확실하면 할인율이 오르고 보증 비용과 보험료가 커진다. 그 과정에서 실험실 효율 프리미엄은 프로젝트 경제성에서 증발할 수 있다.

현장 데이터 핵심,
지역별 장기 열화율 검증

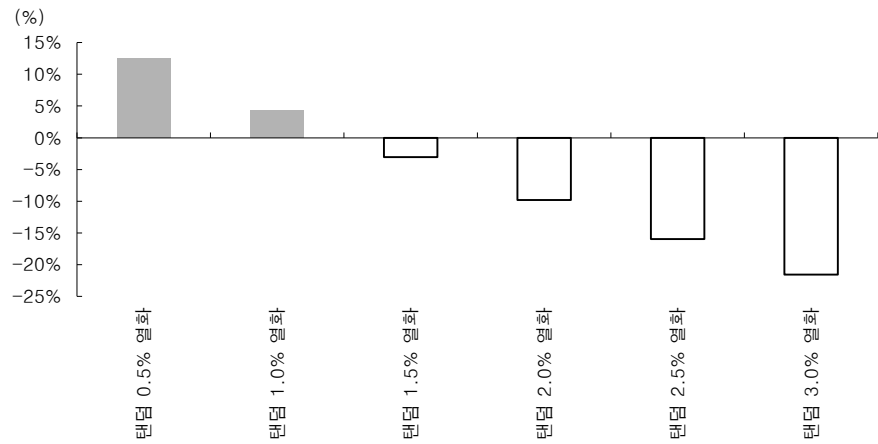
투자자가 효율 기록보다 현장 데이터의 축적 속도에 주목해야 하는 이유다. 실제 외부 환경에서 1년, 2년, 3년 동안 열화율이 어떻게 나오는지, 고온다습/고온건조/저일사/고습/염분/한파 조건에서 성능이 얼마나 유지되는지가 관건이다. 장기 자산의 가치는 신뢰할 수 있는 현금흐름에서 나온다.

그림 37. 열화율별 연간 발전 추이



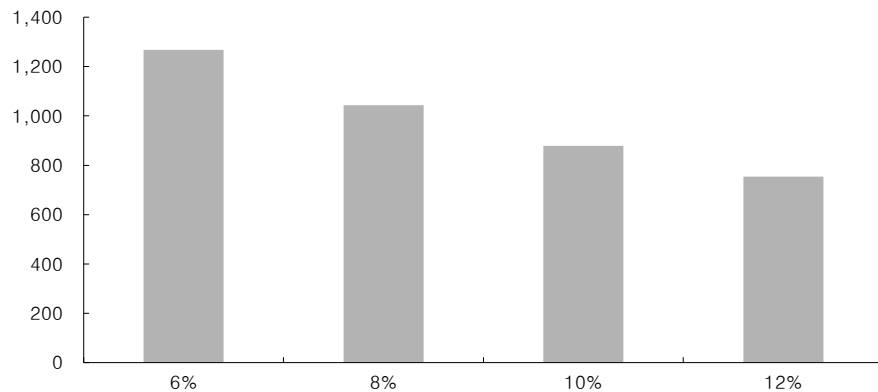
자료: NREL, IBK투자증권

그림 38. 탠덤 열화율별 30년 누적 발전량 프리미엄



자료: NREL, Joule, Qcells, IBK투자증권

그림 39. 할인율별 NPV Index(예시)



자료: IEA, IBK투자증권

인증과 금융 사이의 간극

세 단계 검증,
효율/인증/실증의
순차 통과

페로브스카이트는 세 단계 검증을 통과해야 한다. 첫째는 실험실 효율 검증으로, 한화솔루션 등 주요 업체들이 이미 의미 있는 성과를 내고 있다. 둘째는 표준 신뢰성 시험이다. IEC 61215/61730과 UL 기반의 UV preconditioning, thermal cycling, humidity-freeze, damp heat(통상 85°C/85%RH 1,000시간) 통과가 상업화의 선결 조건이다. 한화솔루션은 2024년 12월 28.6% 기록 이후 탠덤 특화 스트레스 시험과 IEC/UL 인증을 통과했다고 밝혔다. 셋째는 실제 외부 환경에서의 장기 현장 데이터 확보이며, 이 단계가 Bankability의 핵심이다.

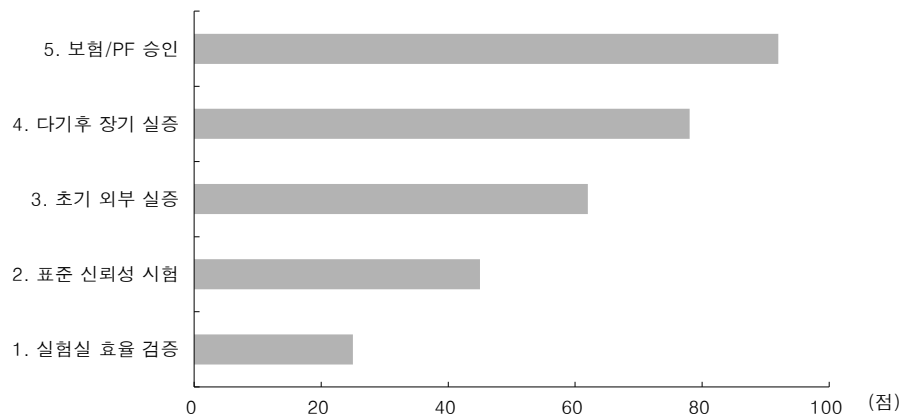
인증과 보증의 간극, 시험 통과와 25년 보증은 별개

시장이 흔히 놓치는 대목이 인증 통과와 금융 가능성 사이의 간극이다. 표준 시험을 통과했다고 곧바로 25년 성능보증이 가능한 것은 아니다. 표준 시험은 상업화의 최소 조건일 뿐이다. 현재 공개된 장기 운전/습열 데이터는 길어야 1,000시간 안팎이고, 2025년 보고된 유연 탠덤(33.6%)도 연속 조명 하 T80 수명(초기 성능이 80%까지 떨어지는 데 걸리는 시간) 2,000시간 이상, 1,000시간 습열 후 초기 효율의 90% 유지 수준이다. 분명한 진전이지만 25년 보증이 요구하는 다년 실증 데이터와는 거리가 있다. 금융 가능성은 지역별 기후/온도/습도/UV/열사이클/염분/오염 조건에서 장기 성능이 확인돼야 비로소 올라간다.

지역별 기후 실증, 고온/습도/UV 조건별 확인

페로브스카이트는 수분/열/UV/이온 이동에 민감한 소재여서 실증 지역의 기후가 특히 중요하다. 동남아시아의 고온다습, 중동의 고온건조, 유럽의 저일사/고습, 한국의 장마/한파, 미국 사막/대평원의 열사이클 환경에서 각기 다른 열화 패턴이 나타날 수 있다. 하나의 인증이 모든 시장의 금융 가능성을 보장하지 않는다. Bankability는 지역별 데이터가 쌓이는 속도에 맞춰 단계적으로 확보된다.

그림 40. 탠덤 검증 단계별 금융 가능성 지수



자료: Qcells, NREL, IBK투자증권

표 7. 검증 이벤트별 Bankability 지수 현황/전망

증거 수준	Bankability 지수	잔여 리스크	투자자가 확인할 체크포인트
효율 검증	25	장기 안정성/모듈화/양산성	대면적 셀 효율, 독립기관 인증 여부
표준 시험 통과	45	25년 보증/field data 부족	UV/TC/HF/DH 시험 통과 범위와 측정 기준
실증 진입	62	지역별 열화율 분산	설치 지역, 12개월 성능, 초기 열화율
상업 초기	72	보증비/보험료/수율	수율, 모듈 출력, 보증 조건, 고객군
금융 가능성 상승	84	프로젝트별 리스크 프리미엄	보험 인수, lender list, PPA 적용 사례
Bankable 제품	92	잔여 제조 품질 리스크	대형 프로젝트 반복 채택, 보증 총당금 안정화

자료: Qcells, NREL, IBK투자증권

Bankability는 소부장 전체의 프리미엄 요인이다

세 부류 수혜, 모듈/검사/소재가 함께 재평가

Bankability가 높아질수록 수혜는 세 부류로 나뉜다. 장기 신뢰성 데이터를 확보한 모듈 기업, 성능보증과 보험을 가능하게 하는 품질관리/검사/데이터 기업, 그리고 열화율을 낮추는 봉지재/배리어/계면소재 기업이다.

소부장 프리미엄, 보증비와 잔존가치 결정

Bankability는 완제품 업체만의 과제가 아니라 소재/부품/장비 전체의 프리미엄 요인이다. 페로브스카이트에서 소재는 단순 원가 항목이 아니라 보증 비용과 잔존가치를 결정하는 변수다. 계면소재는 효율을 높이면서 열화율을 낮춰야 하고, 봉지재와 배리어 필름은 수분/산소 침투를 막아야 하며, 검사장비는 초기 결함과 장기 열화 가능성을 선별해야 한다.

주가 트리거 신호, 보증/PPA/보험/PF 승인

주가 측면에서 확인해야 할 신호도 분명하다. 1년 이상의 야외 현장 데이터 공개, 15년 이상 제품 보증, 20~25년 성능보증 가능성, 대형 유틸리티/산업/상업 고객의 반복 주문, 보험사/금융기관의 프로젝트 승인, 대형 PPA 채택이 핵심 평가 요인이다. Oxford PV는 현재 모듈에 10년 보증을 제공하며 2026년 차세대 제품에서 20년으로 확대하는 것을 목표로 제시하는데, 보증 기간의 연장 자체가 Bankability 개선의 가시적 지표다. 반대로 초기 효율은 높아도 현장 데이터에서 열화율이 높거나 특정 기후에서 성능 저하가 빠르면 테마 전체의 할인율이 커질 수 있다.

금융 가능한 모듈, 출하보다 담보 가치가 관건

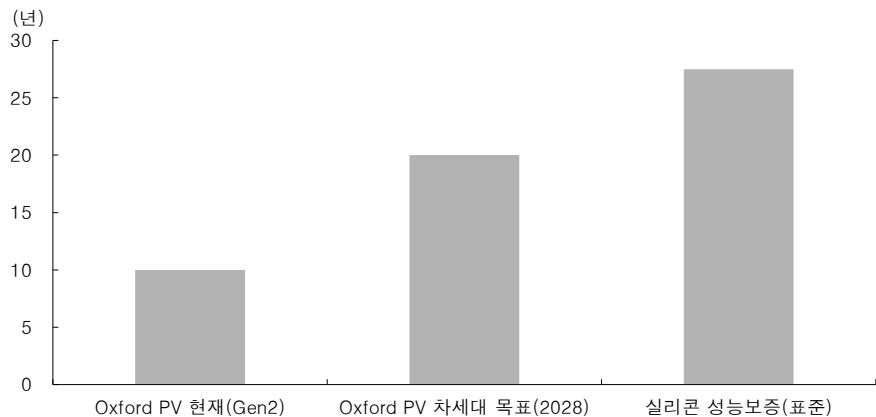
페로브스카이트의 진짜 상업화 시점은 모듈이 출하되는 순간이 아니라 금융권이 그 모듈의 장기 발전량을 담보로 돈을 빌려주는 순간이다. 주식시장은 그보다 먼저 움직이겠지만, 지속 가능한 재평가는 Bankability 데이터가 쌓일 때 가능하다.

표 8. 소부장의 해결과제

소부장	해결 과제	Bankability 연결
계면 소재(ETL/HTL/SAM)	효율을 높이면서 열화율을 낮춤	장기 성능 유지 → 성능보증 가능
봉지재	수분/산소 침투 차단	열화 억제 → 잔존가치 보존
배리어 필름	외기/습기 장기 차단	수명 연장 → 보증 기간 ↑
검사/계측 장비	초기 결함/장기 열화 가능성 선별	품질 신뢰 → 보험 인수/금융 승인
데이터/신뢰성 분석	야외/가속 데이터 모델링	성능보증 설계/보증비 산정

자료: SurgePV, IBK투자증권

그림 41. 모듈 보증/수명 현황/목표



자료: Oxford PV, SurgePV, Qcells, IBK투자증권

기술 리스크가 낮아질수록 밸류에이션은 제조업에서 인프라 플랫폼으로 이동한다

인프라 플랫폼 재평가, 제조업에서 현금흐름 자산으로

탠덤의 가장 강력한 투자포인트는 Bankability가 확보되는 순간 밸류에이션의 기준이 바뀐다는 데 있다. 초기 시장은 페로브스카이트를 고효율 차세대 모듈로 평가하지만, 금융권과 보험사가 장기 성능을 인정하기 시작하면 시장은 이를 제조업이 아니라 장기 현금흐름을 창출하는 인프라 기술 플랫폼으로 재평가할 수 있다. 제조업 밸류에이션은 가격/원가/가동률/수급에 묶이지만, Bankability를 확보한 인프라 기술은 PPA/보험/보증/금융조달/프로젝트 반복성이라는 훨씬 긴 가치사슬을 지배한다.

금융 가능한 제품 경쟁, 양산보다 은행성 선점

이 관점에서 탠덤의 상업화는 언제 양산하느냐보다 누가 먼저 금융 가능한 제품을 만드느냐가 핵심이다. 양산은 출발점이고 Bankability는 확산의 관문이다. 초기 출하량이 작아도 장기 외부 현장 데이터, 낮은 열화율, 보험 연계, 프로젝트 파이낸싱 승인, 반복 PPA를 입증한 기업은 모듈을 파는 회사가 아니라 금융 가능한 발전자산을 공급하는 회사가 된다. 이때부터 투자자는 생산능력보다 보증 가능 용량, 승인된 프로젝트 레퍼런스, 보험 커버리지, 금융기관 실사 통과 여부를 더 중요하게 본다.

Bankability가 가격 방어, 프리미엄을 현금흐름화

특히 탠덤은 실리콘 모듈보다 높은 효율 프리미엄을 주장해야 하는 기술이라 Bankability가 가격 방어력과 직결된다. 효율이 높아도 장기 신뢰성이 낮으면 프리미엄은 사라지고, 열화율이 안정적으로 검증되면 높은 단가가 IRR 개선 논리로 정당화될 수 있다. Bankability는 리스크 제거 요인을 넘어 가격 프리미엄을 현금흐름 프리미엄으로 전환하는 장치다. 기술이 좋다는 주장에서 돈을 빌릴 수 있는 자산이라는 단계로 넘어가는 것이다.

데이터가 만드는 승자독식, 레퍼런스 누적의 선순환

더 중요한 것은 Bankability가 승자독식적 성격을 띠는 점이다. 초기 금융기관과 보험사는 검증되지 않은 다수 신규 업체보다 먼저 장기 데이터와 품질관리 체계를 입증한 소수 기업을 선호한다. 한번 금융 레퍼런스가 만들어지면 다음 프로젝트의 조달비용은 낮아지고 보증 조건은 개선되며 신뢰는 누적된다. 이는 다시 주문 증가, 데이터 축적, 보험료 하락, 추가 금융 승인의 선순환으로 이어진다. 현장 데이터가 부족한 후발 업체는 효율이 높아도 금융비용과 보증비용에서 불리해진다.

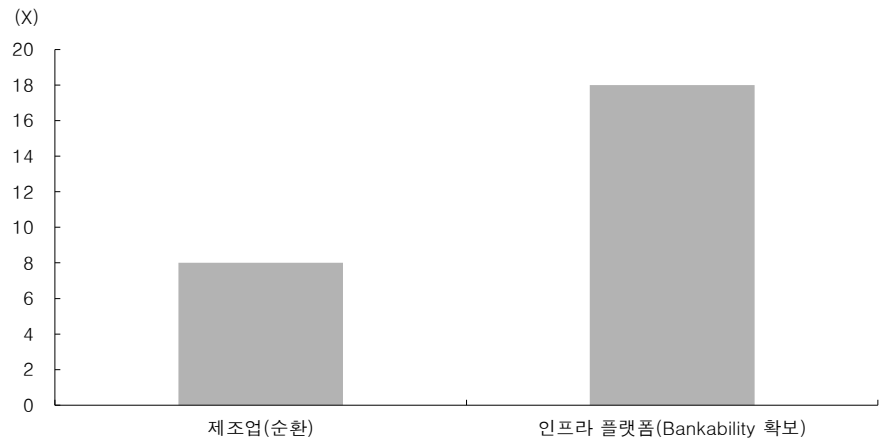
할인율 하락 이벤트, 보험/PF 승인 시 리레이팅

따라서 탠덤의 진짜 리레이팅은 효율 신기록 발표보다 금융권이 할인율을 낮추는 이벤트에서 나온다. 대형 상업/산업 프로젝트 적용, 글로벌 보험사의 성능보험 제공, 20년 이상 성능보증 발표, 주요 금융기관의 프로젝트 파이낸싱 승인, 반복 발주 고객 확보가 대표적 트리거다. 이 이벤트들은 단순한 뉴스가 아니라 이 기술이 장기 현금흐름 자산으로 인정받기 시작했다는 신호다.

효율보다 금융, 시장을 여는 것은 자금 조달

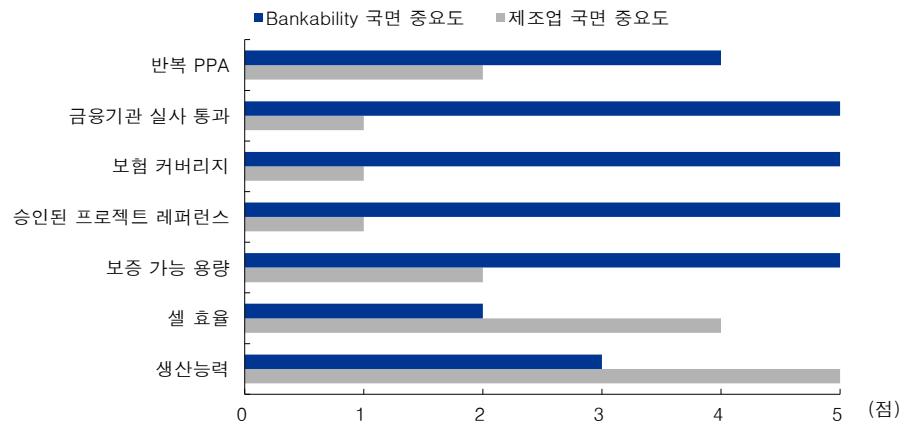
Bankability는 기술 검증의 마지막 단계가 아니라 밸류에이션을 바꾸는 첫 단계다. 효율은 투자자의 관심을 끌지만 시장을 여는 것은 금융이다. 금융이 열리면 주도권은 실험실 효율 경쟁에서 장기 데이터/보증/보험/PPA/프로젝트 레퍼런스를 가진 기업으로 넘어간다. 주식시장이 가장 크게 반응할 지점도 효율 높은 셀을 만들었다는 소식이 아니라, 그 셀을 담보로 은행이 돈을 빌려주기 시작했다는 순간이 될 전망이다.

그림 42. 제조업/인프라 플랫폼 평가 배수



자료: Bloomberg, IBK투자증권

그림 43. 제조업/Bankability 국면 지표 중요도(1~5)



자료: NREL, IBK투자증권

IV. 투자 시점과 순서: 장비가 먼저 움직이고, 소재가 표준을 잠근다

초기 사이클의 매출은 완제품이 아니라 라인에서 나온다

라인에서 먼저 나는 매출,
파일럿 투자 선행 수혜

페로브스카이트 투자에서 완제품 모듈만 보면 시야가 좁아진다. 초기 산업에서 완제품 업체는 수출/보증/고객 검증/초기 원가 부담을 모두 떠안는다. 반면 장비 기업은 파일럿/데모/양산 검증 라인이 만들어지는 순간부터 매출 기회를 잡는다. 초기 사이클에서는 모듈 판매보다 장비 발주가 먼저 움직이는 이유다. 한화솔루션이 약 1억달러 규모 파일럿 라인의 투자를 집행하며 2026년 상업 생산, 2027년 상반기 양산을 제시한 것이 그 전형적인 순서를 보여준다.

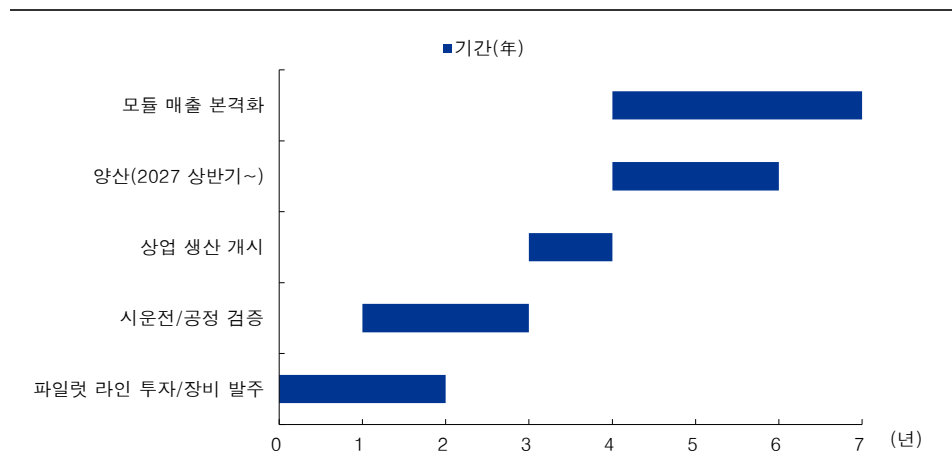
박막 공정 추가,
증착/코팅/전극/검사 확장

탠덤 공정은 기존 실리콘 셀 공정 위에 여러 박막 공정이 더해지는 구조다. 상부 흡수층, 전자수송층(ETL), 정공수송층(HTL), 투명전극(TCO), 계면층, 보호막, 패터닝, 봉지, 검사 공정이 필요하다. 이 과정에서 ALD, 스퍼터링, 슬롯다이 코팅, 잉크젯, 진공증착, 레이저 스크라이빙, 인라인 검사, 광학 계측, 라미네이션 장비의 중요성이 커진다.

수율/균일성 병목,
대면적화가 상업화 관문

공정이 늘어난다는 것은 장비 투입 항목이 늘고 동시에 수율/균일성의 중요성이 커진다는 뜻이다. 페로브스카이트는 대면적화 과정에서 막 두께 균일성, 결정화 제어, 계면 결함 관리, 수분/산소 차단이 핵심 병목이 된다. 초기 상업화의 병목이 소재 조성만이 아니라 제조장비의 대면적 대응력, 속도, 균일성, 진동/기류 제어 능력에 걸리는 까닭이다. 완제품 매출이 본격화되기 전에도 파일럿/데모 라인 투자는 시작되고, 장비 업체는 이 구간에서 선행 매출을 확보한다.

그림 44. 장비/완제품 매출 타임라인



자료: Qcells, KED, Perovskite-info, IBK투자증권

어떤 장비가 표준이 되는가가 알파의 원천이다

공정 표준의 알파,
선택된 장비가 수익 선점

장비 투자의 핵심은 어떤 장비가 표준으로 채택되느냐다. 상부 페로브스카이트 형성에서 진공증착이 주류가 되면 증착 장비와 전구체 공급망이, 슬롯다이/잉크젯이 주류가 되면 코팅 헤드/잉크/건조/결정화/롤투롤 장비가 수혜를 본다. 투명전극에 저온 스퍼터링이 필요하면 저온상 스퍼터링 장비와 TCO 타깃이, 보호막에 ALD가 부상하면 고속/spatial ALD가 중요해진다.

관련주보다 표준 확인,
반복 수주와 필수성 점검

그래서 페로브스카이트 장비 투자는 페로브스카이트 관련주라는 단순 분류로 접근해서는 안된다. 공정 표준이 어느 방향으로 굳는지, 해당 장비가 수율과 균일도를 실제로 개선하는지, 대면적화에 대응하는지, 고객사 반복 수주가 일어나는지를 확인해야 한다.

배터리 초기 사이클과
유사, 장비/소재 선행
재평가

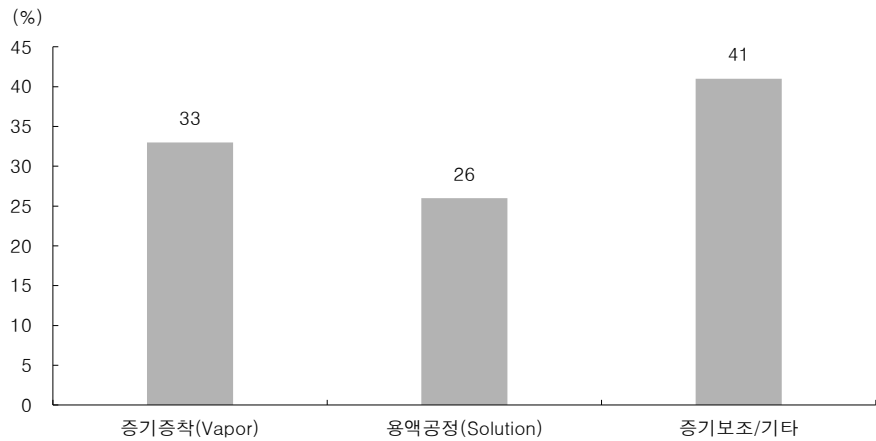
이 구간은 배터리 산업 초기와 닮았다. 전기차 판매가 폭발하기 전에도 전극/조립/활성화 장비, 분리막, 전해액, 동박 기업이 먼저 밸류에이션을 받았다. 페로브스카이트도 완제품 매출 이전에 파일럿/데모 라인 투자가 장비 기업의 선행 매출로 나타날 수 있다. 다만 차이도 있다. 배터리와 달리 페로브스카이트는 공정 표준이 아직 고정되지 않았다. 상부 셀 증착 방식(진공증착 대 용액공정), 투명전극, 봉지/배리어 구조가 모두 경쟁 중이다. 특정 장비가 초기 파일럿에 들어갔다고 양산 표준이 되는 것은 아니므로, 고객사 수, 반복 수주, 장비의 공정 필수성, 경쟁 장비 대비 수율 개선, 대면적화 대응을 함께 점검해야 한다.

표 9. 탠덤 추가 공정 단계

추가 공정 단계	역할	핵심 장비
상부 페로브스카이트 흡수층	고에너지 광자 흡수	진공증착/슬롯다이/잉크젯
전자수송층(ETL)	전자 추출	ALD/증착/코팅
정공수송층(HTL)	정공 추출	코팅/증착
투명전극(TCO)	상부 전극/광투과	저온 스퍼터링
계면층	부셀 연결/패시베이션	ALD/코팅
보호막/배리어	수분/산소 차단	ALD/진공증착
패터닝	셀 분할/직렬 연결	레이저 스크라이빙
봉지(Encapsulation)	장기 신뢰성	라미네이션
검사/계측	결함/균일성 선별	인라인 검사/광학 계측

자료: 업계, IBK투자증권

그림 45. 공정 방식 점유율(2025년)



자료: Cervicorn, IDTechEx, Astute, IBK투자증권

국내 투자자에게 특히 중요한 이유

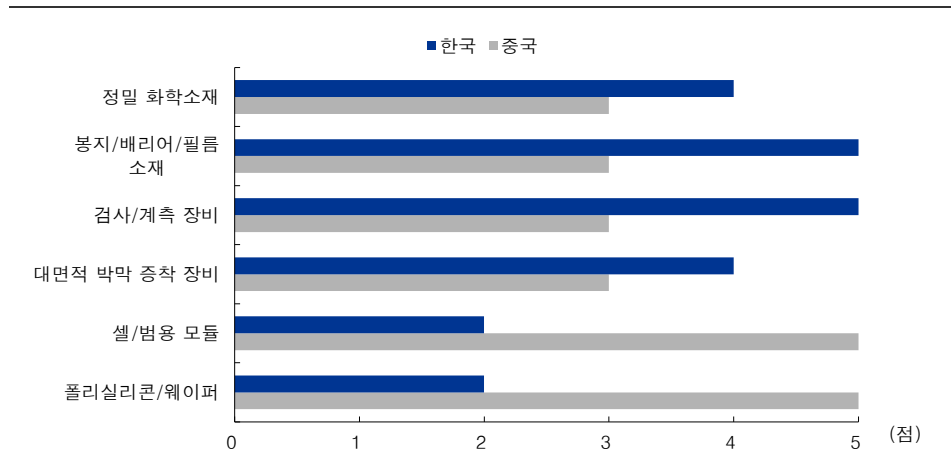
한국 원가 경쟁 한계,
중국과 범용 모듈
정면승부 어렵다

이 포인트는 국내 투자자에게 특히 중요하다. 한국은 태양광 밸류체인에서 중국 같은 원가 경쟁력을 갖기 어렵다. GCL, UtmoLight, Microquanta 등 중국 업체가 대면적 모듈과 파일럿 라인에서 빠르게 추격하고 있다. 그러나 한국은 반도체/디스플레이 장비, 박막 증착, 검사/계측장비, 봉지/필름 소재에서 높은 기술 기반을 갖고 있다.

디스플레이 공정 알파,
박막/계면/검사 역량 활용

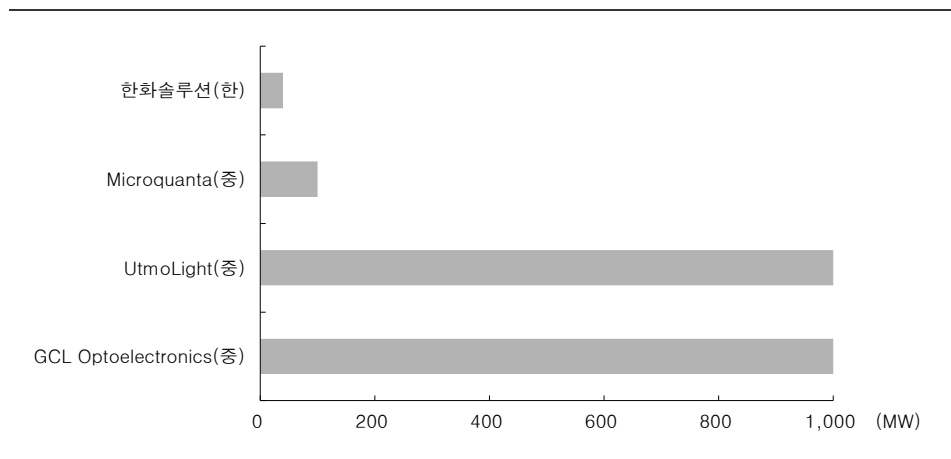
페로브스카이트는 태양광과 디스플레이 공정의 경계에 있는 기술이고, 바로 그 경계에서 국내 장비/소재 기업의 알파가 나온다. 대면적 박막 형성, 저손상 증착, 계면 제어, 고속 검사, 봉지/배리어 기술은 한국 기업이 상대적으로 강한 영역이다. 따라서 국내 시장은 완제품 모듈 출하보다 장비 수주 뉴스에 먼저 반응할 가능성이 높다. 투자 타이밍 관점에서 장비는 모듈보다 한 박자 앞선 신호이며, 초기 국면에서는 누가 모듈을 많이 파느냐보다 누가 라인을 깔고 있느냐가 더 빠른 지표다.

그림 46. 한국/중국 태양광 밸류체인 단계별 경쟁력 정성점수 비교(1~5)



자료: 업계, IBK투자증권

그림 47. 한국/중국 주요 페로브스카이트 라인 규모



자료: PV-Magazine, Perovskite-Info, TYN, IBK투자증권

장비가 시장을 열고, 소재가 수익성을 잠근다

장비 이후 소재, 반복
매출과 마진을 잠근다

장비가 먼저 움직인다면 다음으로 주목할 영역은 소재다. 장비는 라인 투자에서 선행 매출을 만들지만, 산업이 확산될수록 더 오래 남는 이익은 소재에서 나온다. 장비 매출은 투자 사이클을 타지만 소재는 양산이 지속되는 동안 반복 투입되기 때문이다. 장비가 시장의 개통 신호라면 소재는 반복 매출과 수익성을 잠그는 요소다.

소재가 보증 결정,
효율/열화율/Bankability
좌우

페로브스카이트에서 소재는 단순 원가 항목이 아니다. 효율, 수율, 열화율, 보증 비용, Bankability를 동시에 결정한다. 계면소재는 전하 이동을 개선하고 결함을 줄여야 하고, ETL/HTL은 효율과 장기 안정성을 함께 좌우하며, 전구체와 첨가제는 결정화 품질과 대면적 균일성을 결정한다. TCO 타깃과 투명전극은 광투과율/전기전도도/저손상 공정 적합성을 동시에 만족해야 하고, 봉지재/배리어/보호막은 수분/산소/UV/열을 막아 장기 열화율을 낮춰야 한다. 페로브스카이트의 소재는 성능 소재이자 보증 소재이며, 금융 가능성을 만드는 소재다.

성능 안정화 소재,
원가보다 장기 신뢰성
가치

이 점이 기존 태양광 소재와 다르다. 실리콘 태양광에서 소재 상당수는 원가 절감 경쟁에 노출됐지만, 페로브스카이트 초기 국면에서 소재는 원가보다 성능 안정화의 핵심 변수로 평가될 가능성이 높다. 25년 성능보증과 프로젝트 금융이 요구되는 인프라 산업에서는 열화율을 낮추는 소재의 가치가 커질 수밖에 없다. 모듈 효율을 0.5%포인트 높이는 소재보다, 10년 후 출력 저하를 줄이고 보험료와 보증충당금을 낮추는 소재가 더 높은 가치를 받는다.

소재 락인 효과,
인증 데이터에 들어가면
교체 어렵다

투자 관점에서 가장 중요한 것은 소재의 락인 효과다. 특정 소재가 고객사의 인증, 신뢰성 시험, 야외 현장 데이터, 보험 심사, 프로젝트 파이낸싱에 포함되면 쉽게 교체되지 않는다. 소재를 바꾸면 효율/수율/열화율/인증 데이터/보증 조건을 다시 검증해야 하기 때문이다. 초기 매출이 작아 보여도 일단 양산 공정에 채택되고 장기 신뢰성 데이터에 포함된 소재는 높은 전환비용을 갖는다. 페로브스카이트 소재의 진짜 가치는 단기 ASP가 아니라 고객 공정에 들어간 뒤 빠지기 어려운 구조에서 나온다.

4대 핵심 소재군,
전구체/계면/전극/봉지

수혜 가능성이 높은 소재군은 네 갈래다. 페로브스카이트 전구체/첨가제/용매 등 흡수층 형성 소재는 결정화와 대면적 균일성을 좌우하고, ETL/HTL/계면소재는 효율과 열화율을 동시에 결정한다. TCO 타깃/투명전극/저손상 전극 소재는 탠덤의 광학/전기적 손실을 줄이는 핵심이며, 봉지재/배리어/보호막은 Bankability와 직결돼 장기 보증이 가능해질수록 프리미엄이 커진다.

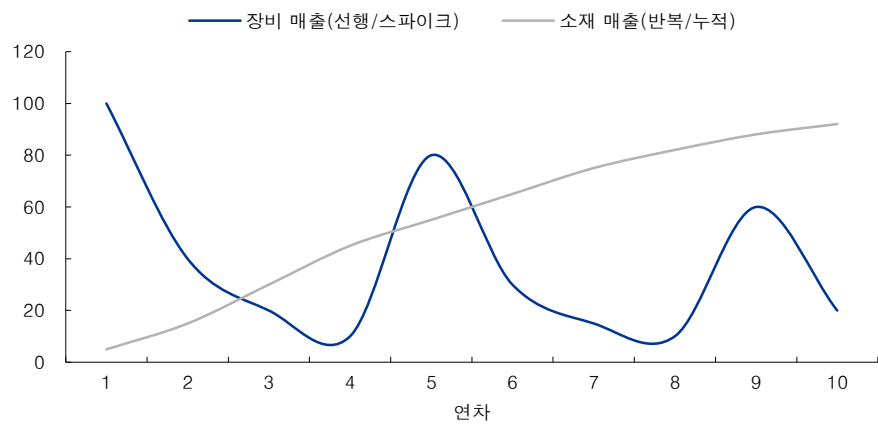
국내 소재주의 기회,
필름/배리어/정밀화학
강점

특히 국내 투자자에게는 봉지/배리어/필름/계면소재가 중요하다. 한국은 범용 모듈 원가 경쟁에서는 불리하지만 고기능 필름, 디스플레이용 배리어, 반도체/디스플레이 공정 소재, 정밀 화학소재에서는 강점을 갖는다. 상업화가 진전될수록 소재의 역할은 보조재에서 장기 신뢰성을 보증하는 핵심 부품으로 격상되며, 이 경우 국내 소재 기업은 완제품 경쟁보다 현실적인 투자 대안이 된다.

장비 → 소재 → 모듈,
투자 순서와 선행 신호

투자 순서는 장비, 소재, 모듈 순으로 보는 것이 합리적으로 판단된다. 장비는 라인이 깔리는 순간 먼저 움직이고, 소재는 그 라인이 반복 가동될 때 매출과 마진을 누적하며, 모듈은 최종 확산을 보여주는 후행 지표에 가깝다. 시장이 먼저 반응할 신호는 파일럿 라인 장비 발주, 소재 샘플 승인, 신뢰성 시험 통과, 고객사 양산 라인 채택, 반복 발주다. 초기 알파는 완제품 판매량보다 누가 양산 공정의 필수 장비/필수 소재로 들어가느냐에서 나온다.

그림 48. 장비/소재 상대매출 추이(예시)



자료: 업계, IBK투자증권

표 10. 소재군 주요 결정 변수

소재군	주요 결정 변수	Bankability 연결
전구체/첨가제/용매	결정화 품질/대면적 균일성/수율	초기 수율/원가
ETL/HTL/계면소재	전하 이동/결함 ↓ /효율/장기 안정성	열화율 → 성능보증
TCO 타깃/투명전극	광투과율/전기전도도/저손상 공정	광학/전기 손실 ↓
봉지재/배리어/보호막	수분/산소/UV/열 차단/열화율 ↓	보증비/금융 가능성 직결

자료: 업계, IBK투자증권

페로브스카이트, OLED가 걸었던 길을 가고 있다

OLED 산업화 재현,
효율 경쟁 후 신뢰성 검증

페로브스카이트는 아직 많은 투자자에게 이른 기술로 보인다. 효율은 높지만 안정성이 부족하고 연구실 성과와 양산의 간극이 크다는 평가다. 그러나 이 흐름은 낮설지 않다. 2000년대 초반 OLED도 수명/변인/수율/원가 문제로 의심받았지만 산업화는 멈추지 않았다. OLED는 처음부터 TV나 스마트폰이 아니라 MP3 플레이어, 소형 디스플레이 같은 틈새에서 시작했고, 이후 삼성/LG의 양산과 한국 소재/공정 업체의 밸류체인 참여가 맞물리며 성장 산업이 됐다. 페로브스카이트도 비슷한 순서를 밟고 있다. 2015~2024년이 효율 경쟁의 시기였다면 2024~2027년은 안정성과 내구성 검증의 시기이고, 2026~2028년에는 BIPV/실내광/전자식 라벨/우주 태양광 같은 틈새가 먼저 열린 뒤 2027~2030년에 한화솔루션, Oxford PV, LONGi 등 Tier 1 기업의 양산이 본격화될 가능성이 높다. 기술 검증, 신뢰성 논란, 틈새 진입, 소재/공정 밸류체인 확장, 대기업 양산, 대중화로 이어지는 OLED의 패턴을 반복하는 셈이다.

양산 격차는 학습 구간,
박막 신기술의 정상 경로

연구실 성과와 양산 성과의 차이를 실패로 읽어서는 안 된다. OLED도 초기엔 둘 사이 격차가 컸지만 소재/봉지/증착/공정 제어가 개선되며 병목이 하나씩 풀렸다. 페로브스카이트도 대면적 균일도, 수분/열/자외선 안정성, 장기 출력 보증이라는 과제를 안고 있으나, 이는 기술의 한계라기보다 박막 신기술이 양산으로 넘어갈 때 거치는 정상적인 학습 구간이다. 초기 시장이 꼭 대형 발전소일 필요도 없어 보인다. 페로브스카이트는 실리콘과 정면으로 원가 경쟁을 벌이기 전에 가볍고 얇고 휘어지는 특성을 살려 BIPV, 실내광 전원, 전자식 라벨, 우주용, 이동형 경량 전원에 먼저 진입할 수 있다.

미드스트림 재평가,
소재/공정 병목 해소 기업

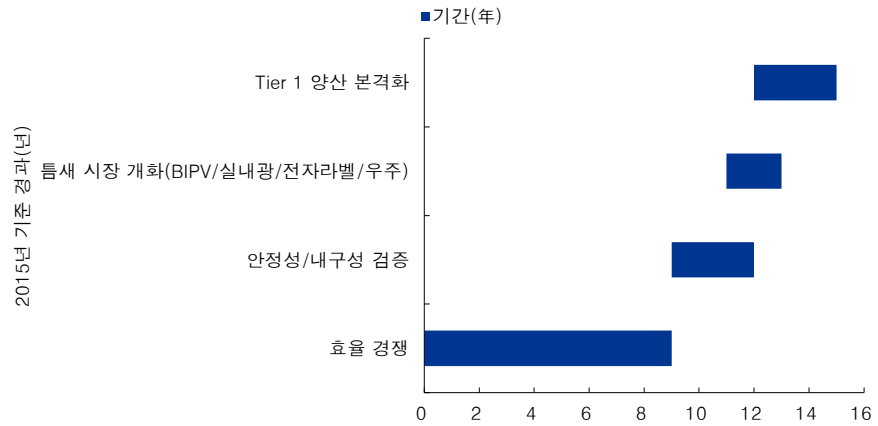
핵심 투자포인트는 누가 완제품을 많이 파느냐보다 누가 산업화 병목을 푸는 소재/공정 기업이 되느냐다. OLED 산업화의 큰 기회도 완제품 업체뿐 아니라 덕산네오룩스, 솔브레인, 동진세미켐 같은 소재/공정 밸류체인에서 나왔다. 페로브스카이트 역시 핵심 IP는 Oxford PV, NREL, KAUST 등 해외 기술기업/연구기관이 보유하더라도, 실제 양산에는 전구체, 박막 증착, 계면 제어, 봉지재, 코팅, 고순도 화학소재, 장비 공정 역량이 필요하다. 한국이 반도체/디스플레이/배터리에서 이미 쌓은 경쟁력이 닿는 영역이다. 투자의 첫 번곡점은 대형 발전소 시장이 완전히 열리는 시점이 아니라, 틈새 응용에서 첫 양산 매출이 발생하고 소재/공정 기업의 역할이 확인되는 순간일 가능성이 높다.

표 11. OLED/페로브스카이트 산업화 단계 비교

단계	OLED	페로브스카이트
기술 검증	1990s~2000s 효율/수명 연구	2015~2024년 효율 경쟁
신뢰성 논란	수명/변인/수율/원가	안정성/열화/양산 격차
틈새 진입	MP3/소형 디스플레이	BIPV/실내광/전자라벨/우주
밸류체인 확장	한국 소재/공정 참여	전구체/증착/계면/봉지
대기업 양산	삼성/LG	한화/Oxford PV/LONGi
대중화	TV/스마트폰	유틸리티/범용

자료: 업계, IBK투자증권

그림 49. 페로브스카이트 상업화 타임라인 추이/전망



자료: 업계, IBK투자증권

표 12. 페로브스카이트 장비/소재 주요 업체(추정)

구분	핵심 공정	세계 주요 업체	한국 업체 (잠재 후보 포함)	비고
장비	박막 증착	VON ARDENNE, MBRAUN, Coatema, FOM, S,C New Energy	선익시스템	OLED 증착기술의 태양광 전이. 페로브스카이트 대면적 증착의 1차 수혜 후보
	페로브스카이트 증착 시스템	VON ARDENNE, S,C New Energy, LEAD, MBRAUN	야스	Solar용 Perovskite Evaporation System 판매 이력 보유. 국내 직접 장비주
	ALD/CVD 패시베이션	Beneq, Leadmicro, Oxford Instruments, S,C New Energy	주성엔지니어링	HJT 하부 셀과 페로브스카이트 상부 셀을 잇는 ALD/CVD 공정 플랫폼
	스퍼터 / TCO / 투명전극	VON ARDENNE, ULVAC, Applied Materials, S,C New Energy	아바코	TCO/투명전극 스퍼터 장비 후보. 직접 수주 확인 전까지는 후순위
	레이저 스크라이빙	LPKF, Trumpf, 3D-Micromac, S,C New Energy	필옵틱스	대면적 박막 모듈의 직렬 연결/데드존 축소 공정 후보
소재	봉지재	Hangzhou First, HIUV, Cybrid, 3M, Mitsui Chemicals	한화솔루션	탠덤 모듈 신뢰성의 핵심. 수분/UV/열화 방어 소재
	봉지재 / 보호 필름	Hangzhou First, DuPont Tedlar, 3M, Kuraray, Konica Minolta	한화솔루션	Backsheet/Encapsulant 기반으로 모듈 장기 보증 소재 노출
	전극 소재 / Ag Paste	Heraeus, DuPont, DKEM, Toyo Aluminium	대주전자재료	고효율 셀 전극재 후보. 저온 공정/접촉저항/Ag 절감에 핵심
	배리어 필름 / 수분 차단	Konica Minolta, 3M, DuPont, Kuraray	아이컴포넌트, 코오롱인더스트리	페로브스카이트 최대 약점인 수분 안정성 대응 소재
	전구체 / 페로브스카이트 염	Greatcell Solar Materials, Dyenamo, Borun, Merck, TCI	엘케이캠	국내에서 가장 직접적인 페로브스카이트 소재 노출. 전구체/HTM/ETM 확장
	HTL/ETL/SAM 계면소재	Merck, Dyenamo, Ossila, Greatcell, Borun	엘케이캠, LG화학, 덕산네오룩스, 피엔에이치테크	직접 수혜는 엘케이캠. 나머지는 OLED 계면소재 기술 전이 후보

자료: 각사, IBK투자증권

V. 프런티어: 우주 AI 데이터센터와 페로브스카이트

지상 데이터센터의 병목과 우주에서 연산한다는 발상

지상 전력 병목,
AI 데이터센터의
접근권 한계

지상 AI 데이터센터의 병목은 점차 토지, 전력망, 냉각수, 송전망 접속, 인허가, 주민 수용성으로 옮겨가고 있다. 앞서 짚은 전력 접근권 논리의 극단적 형태다. AI 연산 수요가 장기적으로 계속 늘어난다면 지상에서 전력을 끌어오는 방식만으로는 한계에 부딪힐 수밖에 없다.

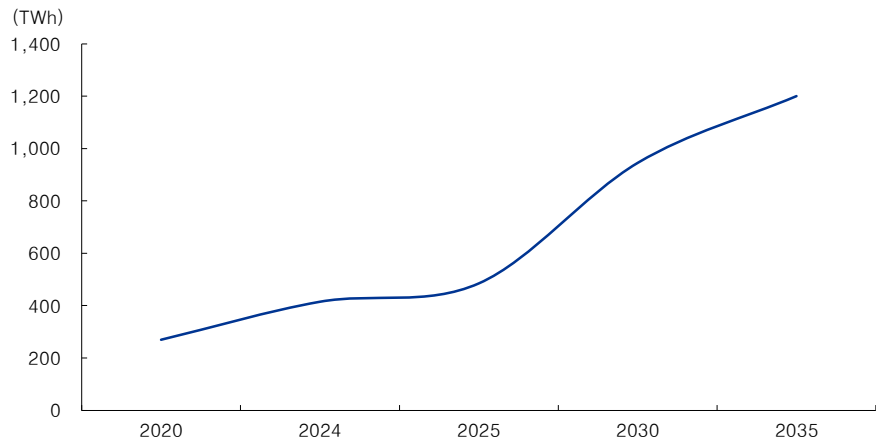
우주에서 연산,
전력 생산과 컴퓨팅의
궤도 결합

이 문제의 연장선에서 최근 우주 AI 데이터센터라는 발상이 나오고 있다. 핵심은 우주에서 만든 전력을 지상으로 송전하는 것이 아니라, 전력 생산과 연산을 모두 우주에서 수행하고 결과 데이터만 지상으로 보내는 방식이다. 초기 형태는 지상 하이퍼스케일 데이터센터를 그대로 궤도에 올리는 것이 아니라 소형 위성 군집형 데이터센터에 가까울 가능성이 높다.

시스템 통합 관점,
전력/연산/통신/열관리
동시 설계

아직 초기 단계이지만 방향성은 분명하다. 전력 생산, 연산, 통신, 열관리, 발사비, 궤도 운용을 하나의 시스템으로 통합해 봐야 한다. 이때 중요한 질문은 우주 데이터센터가 가능한가가 아니라, 어떤 전력원이 발사질량/전력밀도/수명/방사선/열관리 조건을 동시에 만족시킬 수 있는가다. 페로브스카이트가 등장하는 지점이 여기다.

그림 50. 세계 데이터센터 전력 소비 추이/전망



자료: IEA, IBK투자증권

우주에서는 질문이 바뀐다: Compute per kilogram

척도는 Compute/kg,
질량당 전력/연산 효율

지상 태양광에서는 모듈 가격, 발전단가, 수명, 설치비가 중요하다. 우주 AI 데이터센터에서는 발사질량 1kg을 얼마나 많은 전력과 연산능력으로 바꾸느냐가 핵심이다. 척도가 kWh/m²를 넘어 Compute per kilogram으로 이동하는 것이다.

질량이 핵심 변수,
면적보다 발사 부담이
중요

궤도 환경에서는 태양상수가 지상보다 안정적이고 구름/날씨/계절의 영향을 덜 받는다. 그러나 우주에서는 면적보다 질량이 더 중요한 변수가 된다. 1MW급 궤도 컴퓨팅 노드에는 이론적으로 수천m² 규모의 태양전지 면적이 필요할 수 있고, 1GW급으로 확장하면 km² 단위의 전개 구조가 필요해진다. 이때 셀 자체보다 구조물, 전개 메커니즘, 배선, 전력변환장치, 방열판이 전체 질량을 좌우한다.

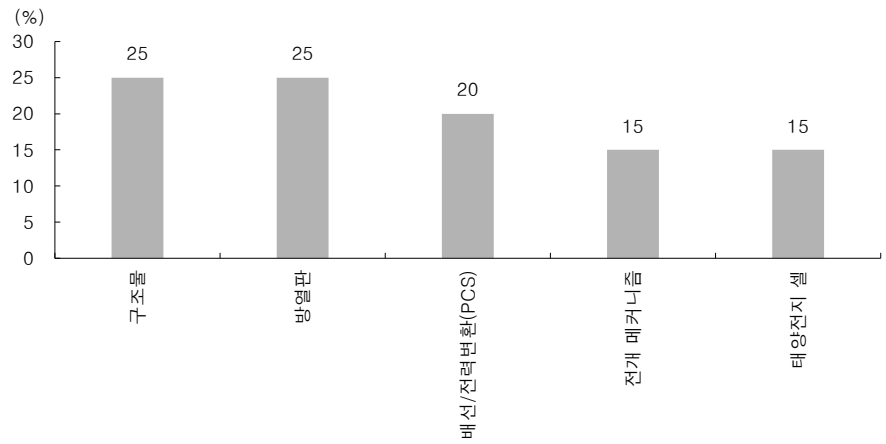
초경량 전력막 의미,
Capex와 발사 가능성
변화

따라서 페로브스카이트의 초박막/유연/물투물 제조 가능성은 단순한 소재 특성이 아니라 우주 데이터센터의 Capex와 발사 가능성을 바꿀 구조적 변수다. 기존 III-V 다중접합 셀은 우주 검증 이력과 30% 안팎의 높은 효율이 강점이지만 고가의 제조공정과 제한된 양산성이 약점이다. 반면 페로브스카이트는 안정화된 고효율 모듈이 실현된다는 전제 아래 제조비와 질량 측면에서 장기 대안이 될 수 있다. 실제로 2025년 보고된 유연 페로브스카이트 실리콘 탠덤은 33.6% 효율과 함께 17.6mm 곡률 반경에서 5,000회 굽힘 후에도 초기 효율의 91%를 유지했는데, 이는 강체 패널과 다른 전개/수납 방식을 시사한다.

지상/우주 이중 곡선,
탠덤과 전력막의 병행
서사

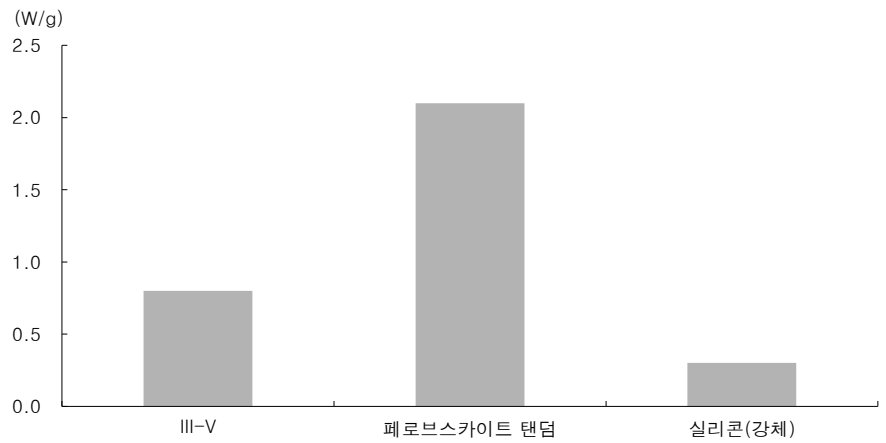
같은 페로브스카이트라도 투자포인트는 둘로 갈린다. 지상에서는 실리콘을 보완하는 고효율 탠덤이고, 우주에서는 III-V를 대체하거나 보완할 초경량 전력 플랫폼이다. 페로브스카이트가 단일 수요처에 의존하는 기술이 아니라 지상과 우주라는 서로 다른 두 성장 곡선을 함께 가질 수 있음을 뜻한다.

그림 51. 궤도 데이터센터 전력 시스템 질량 비중(추정치)



자료: 업계, IBK투자증권

그림 52. 우주 전력원 비출력 비교



자료: PMC, IBK투자증권

그림 53. 스타링크 V2 Mini 위성의 대형 태양전지판 전개 이미지



자료: SpaceX, IBK투자증권

그림 54. 스타링크 V2 Mini 적재/스택 이미지



자료: SpaceX, IBK투자증권

그림 55. 스타링크 세대별 태양광 어레이 면적표

	Length (m)	Width (m)	Number	Area (m ²)	DAS Area (m ²)	DAS Mass (kg)
Solar Array F9-1	8.1	2.8	1	22.68		
Bus F9-1	2.8	1.3	1	3.64		
Total Area F9-1				26.32	30	303
Solar Array F9-2	12.8	4.1	2	104.96		
Bus F9-2	4.1	2.7	1	11.07		
Total Area F9-2				116.03	120	800
Solar Array Starship	20.2	6.36	2	256.94		
Bus Starship	6.4	2.7	1	17.28		
Total Area Starship				274.22	294	2000

자료: TR, IBK투자증권

우주가 페로브스카이트에 특히 적합한 다섯 가지 이유

질량 절감 효과, 얇은 흡수층이 발사비 낮춘다

첫째, 발전량보다 질량을 먼저 줄일 수 있다. 페로브스카이트는 수백 nm 두께의 광흡수층만으로 높은 흡수계수를 구현한다. 플라스틱 필름, 금속 포일, 초박막 유리 같은 경량 기판 위 제조 가능성을 열어주며, 기존 강체 우주 태양전지 패널과 다른 전개 방식을 가능하게 한다.

롤러블 전력막, 대면적 수납/전개 구조 혁신

둘째, 롤러블/폴더블 전력막을 만들 수 있다. 우주 데이터센터가 MW급으로 커질수록 태양전지 면적은 기하급수적으로 늘어난다. 강체 패널은 수납 부피, 전개 구조, 전개 실패 리스크가 커지지만, 유연 페로브스카이트는 대면적 필름형 전력막, 위성 표면 일체형 전력층, 방열판 결합 복합 구조로 발전할 수 있다. 이 경우 태양전지는 별도 모듈이 아니라 위성 구조재와 통합되는 전력 스킨으로 진화한다.

방사선 내성 잠재력, 우주 적용 가능성의 변수

셋째, 방사선 내성에서 예상보다 강점을 보일 가능성이 있다. 일부 연구에서 페로브스카이트 기반 다중접합 셀이 고에너지 양성자 조사 후에도 제한적인 효율 저하를 보였다는 결과가 보고된다. 다년 임무 신뢰성은 아직 검증 전 단계이지만, 방사선 환경에서의 잠재력은 우주 적용 가능성을 높이는 중요한 변수다.

스펙트럼 대응력, 임무 환경 맞춤 전력 설계

넷째, 저조도/다양한 스펙트럼 환경 대응력이 우주 운용에 유리할 수 있다. 우주 임무에서는 태양 입사각, 반사광, 저조도 같은 다양한 광환경이 나타난다. 페로브스카이트는 조성 조절과 유연한 구조 설계가 가능해 특정 임무 환경에 맞춘 전력 설계 여지가 있다.

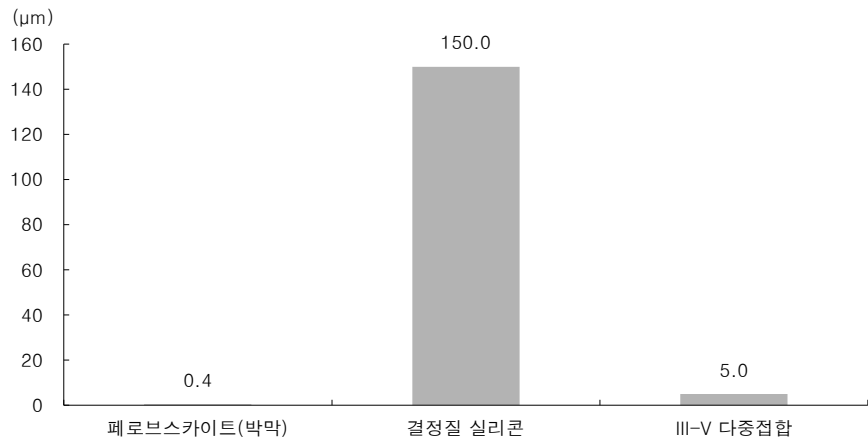
연속 발전 장점, 배터리 부담 완화 가능성

다섯째, 연속 발전성이 배터리 부담을 줄인다. Dawn-dusk sun-synchronous LEO(새벽-황혼 태양동기 저궤도) 같은 궤도에서는 지상 태양광보다 발전 시간이 길고 계절/날씨 영향이 작다. 고비용 배터리와 전력저장장치 부담을 낮출 수 있다. 우주 AI 데이터센터에서 전력원은 단순한 발전 장치가 아니라 전체 시스템 질량과 운용 비용을 결정하는 핵심 인프라다.

장기 옵션, 검증 전이나 서사 확장성 보유

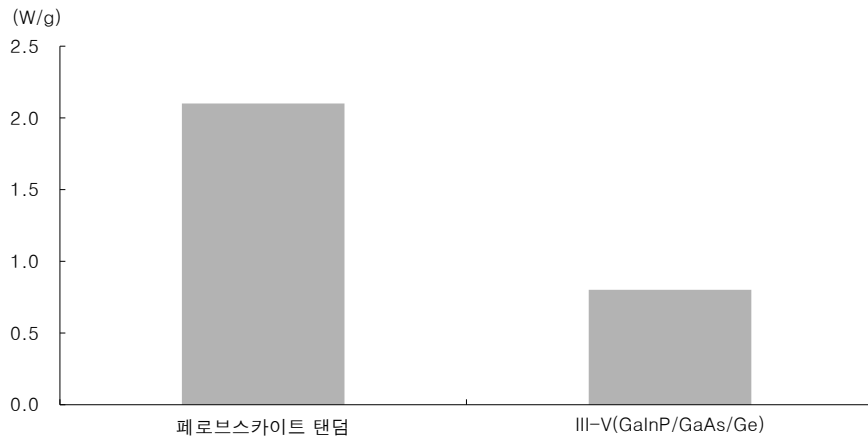
물론 이 영역은 본 보고서에서 가장 먼 옵션이다. 다년 우주 신뢰성, 발사/전개 기술, 열관리, 방사선 내구성, 경제성이 모두 검증 이전 단계다. 그러나 우주 전력 프런티어는 지상에서 작동하는 전력 접근권 논리가 극단으로 확장된 형태다. 같은 소재가 지상에서는 고효율 탠덤으로, 우주에서는 초경량 전력 플랫폼으로 해석될 수 있다는 점이 페로브스카이트 테마의 장기 성장성을 보여준다.

그림 56. 태양전지별 흡수층 두께 비교



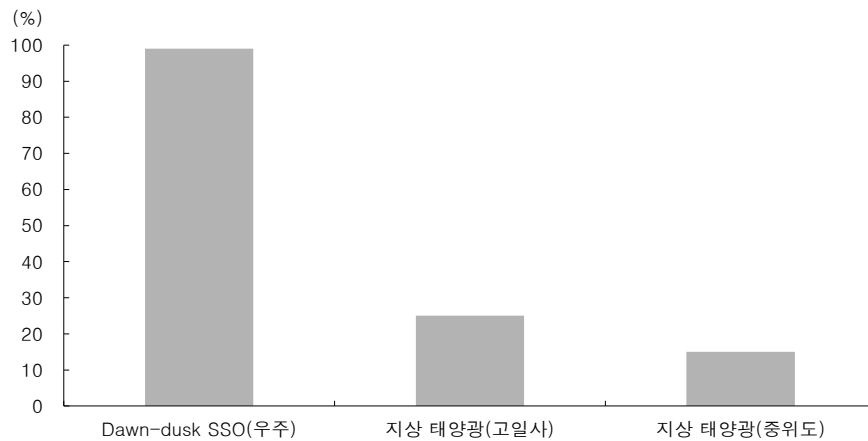
자료: PMC, Nature, IBK투자증권

그림 57. 탠덤/III-V 비출력 비교



자료: PMC, IBK투자증권

그림 58. 우주/지상 태양광 조도/가동률 비교



자료: PMC, IBK투자증권

결국 발사 비용이 어디까지 떨어지느냐의 문제다

사업성은 발사비,
kg당 비용이 경제성 좌우

우주 AI 데이터센터의 성패는 기술 난이도보다 발사 비용에서 갈린다. 지상에서 전력 단가가 연산 경제성을 좌우하듯, 궤도에서는 kg당 발사 비용이 같은 자리를 차지한다. 우주 데이터센터의 사업성은 따지고 보면 발사 비용이 얼마까지 내려오느냐의 문제다.

발사 비용 하락 곡선,
재사용 로켓이 전제 변화

발사 비용은 이미 한 차례 단절적으로 내려왔다. 우주왕복선 시대에 kg당 5만달러를 웃돌던 LEO(Low Earth Orbit, 지구 저궤도) 투입 비용은 팰컨9 재사용 발사로 약 95% 하락해 kg당 3,000달러를 밑도는 수준까지 내려왔다. 현재 팰컨9 전용 발사 단가는 kg당 약 2,700달러이며, 스타십이 완전 재사용 운용에 들어가면 kg당 100달러 미만을 목표로 한다. 한 세대 만에 두 자릿수 배율의 비용 하락이 시야에 들어온 것이다.

경제성 가격선, kg당
200~500달러가 분기점

남는 질문은 어느 가격선에서 궤도 데이터센터가 사업성을 갖느냐다. 구글 프로젝트 선캐처는 발사 비용이 kg당 200달러 아래로 떨어져야 궤도 데이터센터가 경제성을 갖는다고 본다. 현재 대비 약 13.5배 개선이 필요한 수치다. 이 가격선의 의미는 분명하다. 발사 비용이 kg당 200달러에 이르면 위성 수명 동안 나눠 부담한 발사 비용이 지상 데이터센터의 kW당 전력 비용과 비슷해진다. 우주가 전력 비용 측면에서 지상과 처음으로 견줄 만해지는 지점이다. 사업자별 기준은 다소 갈려 스타클라우드의 kg당 약 500달러를, 구글은 약 200달러를 사업성 성립 조건으로 제시하지만 방향은 같다. 점진적 절감이 아니라 한 자릿수에서 십수 배 수준의 배율 하락이 전제되어야 한다.

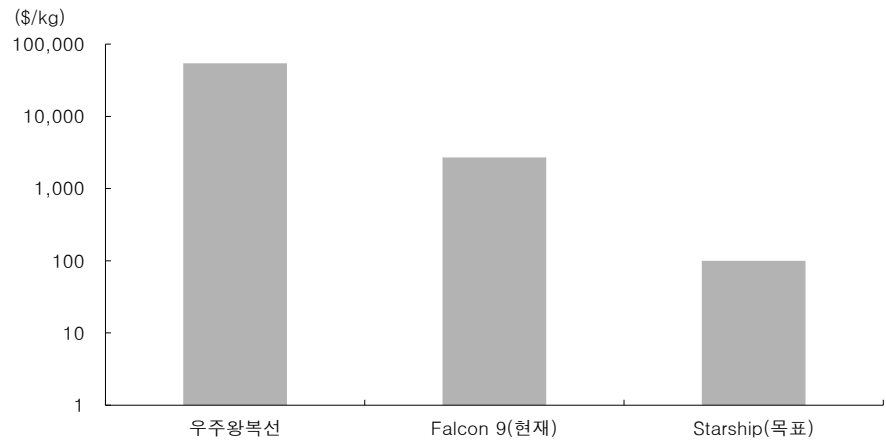
경량화와 발사비 결합,
두 비용 곡선의 동시 하락

여기서 Compute per kilogram 논리가 발사 비용과 맞물린다. 발사 비용이 정해진 상태에서 전력 시스템 무게를 1kg 줄이면 그만큼 발사 비용이 빠진다. 발사 비용이 떨어질수록 경량 전력 플랫폼의 효익도 같이 커진다. 발사 비용이 절반으로 내려가고 전력막 무게가 절반으로 줄면 연산 단위당 발사 부담은 4분의 1이 된다. 페로브스카이트의 초박막/유연 특성이 소재 우위에 그치지 않고 발사 비용 곡선과 직접 연결되는 변수인 이유다. 발사체가 비용을 끌어내리고 경량 전력막이 무게를 줄이면 두 효과는 같은 방향으로 더해진다.

민감한 전제 조건,
발사비/위성 제조비가
리스크

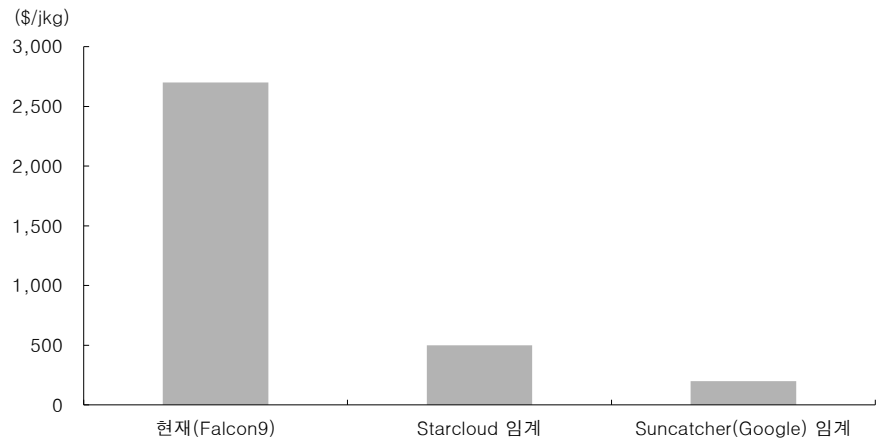
물론 이 셈법은 반대로도 작동한다. 발사 비용이 kg당 1,500달러에서 멈추면 궤도 전력단가는 지상 패리티를 크게 웃도는 kWh당 약 0.15달러까지 올라간다. 우주 데이터센터 테마 전반이 발사 비용에 민감하며, 스타십의 재사용 경제성이 목표 가격선을 넘기지 못하면 전제 자체가 흔들린다는 뜻이다. 발사 비용만 떨어진다고 끝나는 것도 아니다. 위성 자체 제조 비용이 현재 kg당 약 1,000달러 수준이어서, 발사가 싸져도 고성능 태양 어레이/열관리/레이저 통신을 묶은 복합 위성을 싸게 양산하는 숙제가 따로 남는다. 1GW급 궤도 데이터센터 구축 비용을 약 424억달러, 지상 등가 설비의 약 3배로 추정할 공개 분석도 있다. 발사 비용 하락은 우주 컴퓨팅의 전제 조건이지 그것만으로 충분한 조건은 아니다.

그림 59. LEO(지구 저궤도) 발사 비용 비교



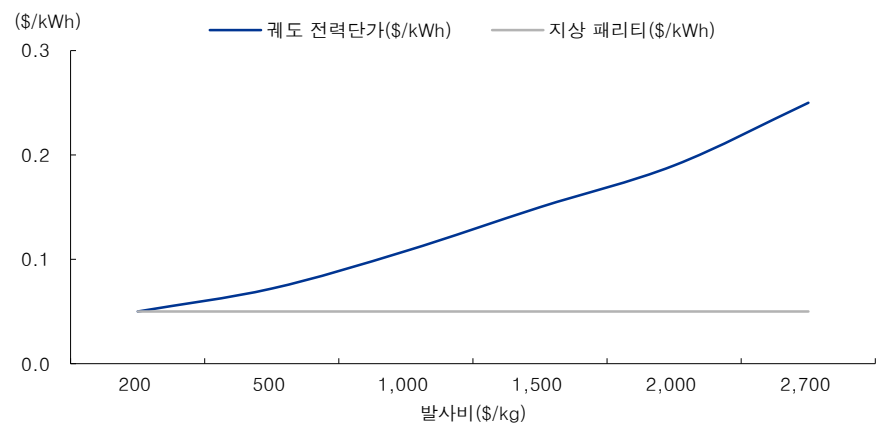
자료: 업계, IBK투자증권

그림 60. 임계 발사 가격선 비교



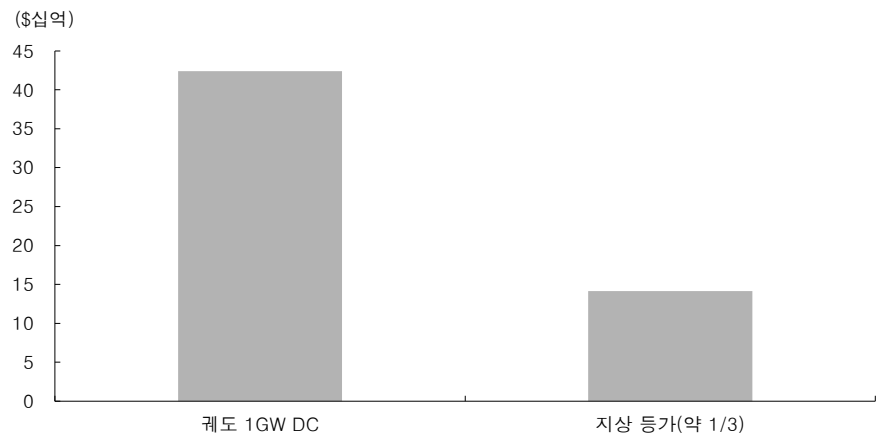
자료: 업계, IBK투자증권

그림 61. 발사비/궤도 전력단가 민감도



자료: Google, IBK투자증권

그림 62. GW 궤도 데이터센터 구축비용



자료: A.McCalip, Google, mexc/DCD, IBK투자증권

서사는 궤도로, 손익은 지상에

본질은 장기 옵션,
기본 시나리오 아닌
추가 상승권

이 프런티어는 기본 시나리오로 잡고 주가에 반영할 단계가 아니다. 지상에서 이미 돌아가는 논리 위에 얹힌 장기 테마로 보는 것이 맞다. 투자 매력은 실현 확률이 높아서가 아니라, 안 났을 때 잃을 것과 났을 때 얻을 것의 크기가 다르기 때문에 생긴다.

지상 논리가 본체,
우주 없이도 투자 논리
성립

지상 페로브스카이트 탠덤 논리는 우주가 없어도 그 자체로 성립한다. 전력 접근권, 효율, kWh/m², IRR 같은 가치 측정 측은 전부 지상에서 결론이 난다. 우주는 같은 소재가 추가로 가질 수 있는 두 번째 성장 축이다. 지상 시나리오가 받쳐주는 한 우주가 실현되지 않더라도 투자 논리는 흔들리지 않고, 우주가 열리면 그만큼이 고스란히 추가 상승 여력으로 붙는다. 페로브스카이트를 한 번 쓰고 마는 사이클 소재가 아니라 길게 가는 구조적 테마로 볼 수 있는 근거가 여기에 있다.

궤도 서사 등장,
손익은 아직 지상에서
확인

지금은 서사가 궤도로 옮겨갔지만 손익은 여전히 지상에 있다. 구글 선캐처가 2027년 시연율, 스타클라우드가 연내 후속 위성 발사를 예정하고 있고, xAI 측은 2028년까지 전 세계 연산의 1%가 궤도에서 이뤄질 것이라는 견해를 내놓는 등 이정표는 빠르게 쌓이고 있다. 그러나 매출과 이익은 당분간 지상 태양광/전력 인프라에서 나온다. 궤도 서사에 직접 베풀기보다, 지상 손익을 사고 우주는 비용을 거의 들이지 않고 따라오는 추가 모멘텀으로 가져가는 편이 합리적으로 보인다.

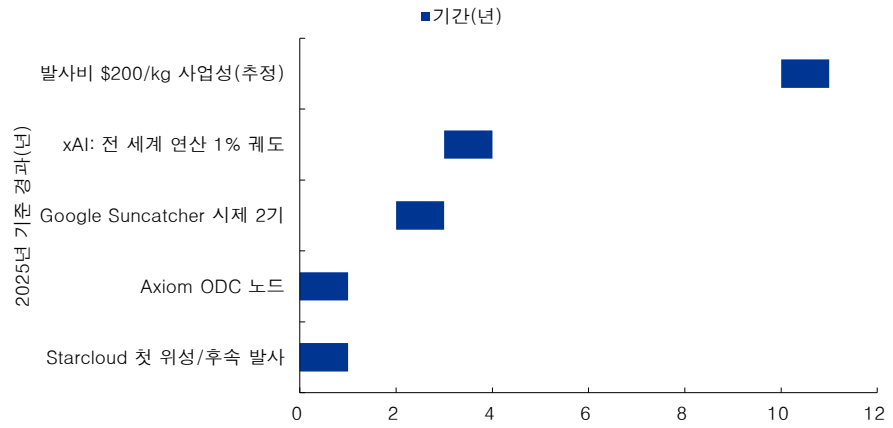
한국 가치사슬 적용,
소재/전력/열관리로 연결

이를 한국 상장 종목의 가치사슬에 대입하면 다음과 같다. 전력 플랫폼/소재 단에서는 지상 탠덤과 우주 경량 전력막을 한 소재 플랫폼으로 잇는 기업이 테마의 중심축이자 최선호 후보다. 발사체/위성 시스템 단에서는 발사와 위성 역량을 갖춘 종목이 잠재 수혜에 해당한다. 발사 비용과 궤도 운용이 이 테마의 또 다른 병목이기 때문이다. 연산/메모리 단은 궤도 컴퓨팅이 커질 경우 고대역폭 메모리와 연산 반도체 수요로 이어지는 관심 영역이다. 전력저장 단은 연속 발전으로 배터리 부담이 줄어드는 구조이나, 우주보다 지상 ESS 수요와의 연계에서 보는 편이 타당하다.

검증 전 장기 옵션,
다년 신뢰성과
양산 경제성 필요

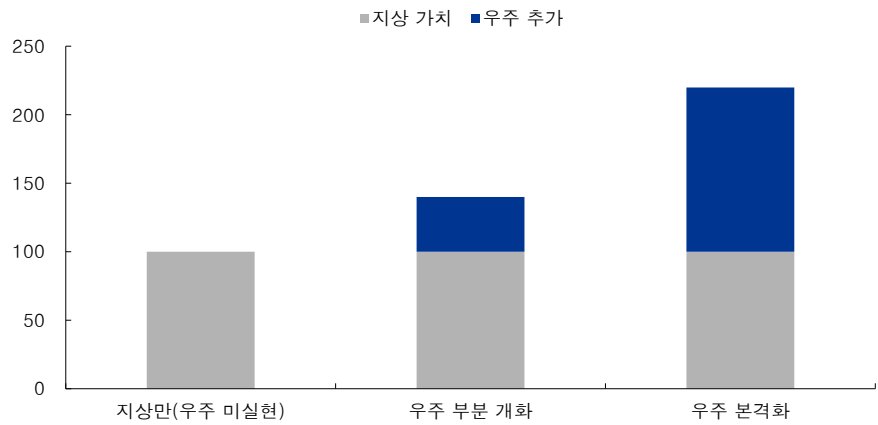
정리하면 우주 전력은 본 보고서에서 가장 멀고 아직 검증되지 않은 영역이다. 다년 신뢰성, 발사/전개 기술, 열관리, 위성 양산 경제성이 모두 미검증이며, 발사 비용이 사업성 구간에 들어오지 못하면 전제가 깨진다. 그럼에도 주목하는 이유는 지상 시나리오가 받쳐주는 가운데 우주가 더해줄 수 있는 몫이 크기 때문이다. 이 구도가 유지되는 한 우주는 페로브스카이트 테마의 장기 성장성을 가장 멀리까지 보여주는 마지막 단계로 남는다.

그림 63. 우주 컴퓨팅 이정표 전망



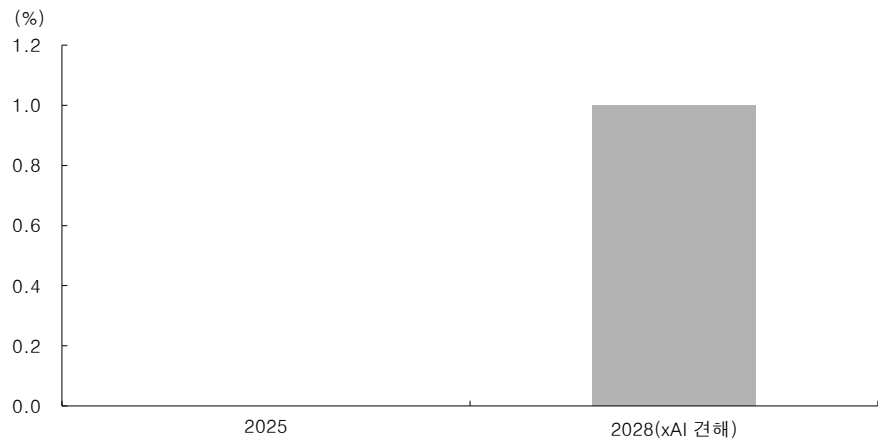
자료: Google, xAI, IBK투자증권

그림 64. 지상/우주 시나리오 가치(예시)



자료: 각사, IBK투자증권

그림 65. 궤도 연산 침투 비중 전망



자료: xAI, Google, IBK투자증권

VI. 투자전략 및 Top Pick

페로브스카이트 시장 전망: 실제 금융 가능한 생산능력이 중요하다

명목보다 금융 가능 용량,
실제 PF 가능 물량이
핵심

페로브스카이트 탠덤 시장을 전망할 때 가장 먼저 구분해야 할 것은 명목 생산능력과 실제 금융 가능한 생산능력이다. 태양광 산업은 이미 공급능력이 부족한 산업이 아니다. 오히려 범용 실리콘 모듈은 구조적 공급과잉과 가격 하락 압력에 놓여 있다. 세계 태양광 수요는 여전히 성장하지만, 중국 중심의 웨이퍼/셀/모듈 증설 속도는 그보다 훨씬 빠르게 진행됐다. 따라서 단순히 새로운 태양전지 시장이 열린다는 접근만으로는 투자전략이 충분하지 않다. 중요한 질문은 페로브스카이트가 얼마나 빨리 대량 생산되느냐가 아니라, 그중 얼마나 많은 물량이 장기 보증과 프로젝트 금융을 받을 수 있는가다.

파일럿 시장 성격,
2026~2027년은
검증 구간

이 관점에서 2026~2027년 페로브스카이트 시장은 본격적인 대량 수요 시장이라기보다 파일럿/데모/초기 상업화 시장으로 보는 것이 합리적이다. Oxford PV의 첫 상업 모듈 출하, 한화솔루션의 진천 파일럿 라인 투자, 독일 R&D 라인 기반의 대면적 셀 효율 기록, LONGi의 실험실 효율 신기록은 모두 같은 방향을 가리킨다. 기술은 연구실을 넘어 생산라인으로 이동하고 있다. 그러나 아직 범용 유틸리티 시장을 대체할 정도의 생산능력, 수율, 보증 데이터, 금융 레퍼런스가 확보됐다고 보기는 어렵다. 따라서 1차 투자포인트는 페로브스카이트 모듈 판매량이 얼마나 빠르게 늘어나는가가 아니라, 누가 먼저 상업화 가능한 공정 조건과 신뢰성 데이터를 확보하는가에 있다.

프리미엄 수요처, 면적당
출력이 가격을 정당화

페로브스카이트 시장의 초기 수요는 범용 유틸리티 발전소가 아니라 면적당 출력 프리미엄이 가격 프리미엄을 정당화할 수 있는 시장에서 먼저 발생할 가능성이 높다. 대규모 유틸리티 발전소는 여전히 모듈 가격 민감도가 높고, 중국산 고효율 TOPCon 모듈과 직접 가격 경쟁을 피하기 어렵다. 반면 지붕형 태양광, 상업/산업용 태양광, BIPV, 물류센터/공장 옥상, 데이터센터/반도체 클러스터 주변 분산전원, 토지 제약이 큰 한국/일본/유럽 시장은 다른 논리로 움직인다. 이 시장에서 고객이 구매하는 것은 가장 싼 W가 아니라 제한된 면적에서 확보 가능한 추가 kWh다.

시장 이분법, 범용 저가와
프리미엄 분리

따라서 페로브스카이트 탠덤의 수요 전망은 세계 태양광 총수요의 단순 점유율로 접근하면 안 된다. 오히려 태양광 시장을 두 개로 나눠 봐야 한다. 하나는 저가 범용 모듈 시장이고, 다른 하나는 고효율/고신뢰성/고부가 프로젝트 시장이다. 전자는 여전히 중국 중심의 원가 경쟁이 지배한다. 후자는 면적, 계통접속권, 전력 수요처, PPA 가격, 탄소 규제, 공급망 안정성이 함께 작동한다. 페로브스카이트 탠덤은 후자의 시장에서 먼저 의미를 갖는다.

라인 완성도 핵심,
MW급보다 수율/반복성
확인

생산능력 전망도 같은 방식으로 봐야 한다. 2026~2027년은 MW급 또는 수십 MW급 파일럿과 제한적 상업 출하가 중심이 될 가능성이 높다. 이 구간에서는 생산능력 자체보다 라인의 완성도, 대면적 균일도, 수율, 모듈화 기술, IEC/UL 인증, 야외 실증 데이터가 중요하다. 2028~2030년에는 일부 Tier 1 업체의 GW급 전환 가능성을 점검할 수 있는 시기로 들어갈 수 있다. 다만 이때도 명목 GW가 곧바로 실적 GW를 의미하지는 않는다. 실제로 중요한 것은 고객이 장기 보증을 받아들이고, 금융기관과 보험사가 장기 발전량을 인정하는 물량이다. 즉, 생산능력은 명목이 아니라 대출 담보를 인정받은 실질적 생산용량으로 할인해서 봐야 한다.

전체 시장 침투 제한적,
2030년 전 프리미엄 중심

수요 측면에서는 2030년까지 세계 태양광 시장이 수백 GW 후반에서 ITW에 가까운 연간 설치 시장으로 커질 가능성이 있다. 하지만 페로브스카이트 탠덤이 이 전체 시장을 곧바로 침투한다고 보기는 어렵다. 보다 현실적인 접근은 프리미엄 시장 침투율을 따로 보는 것이다. 예를 들어 2030년 전후 글로벌 PV 신규 설치가 800~1,000GW 수준이라고 가정할 경우, 페로브스카이트 탠덤이 전체 시장의 1%만 차지해도 8~10GW 시장이 된다. 3%를 차지하면 24~30GW, 5%를 차지하면 40~50GW 시장이다. 이 숫자는 범용 모듈 시장 전체와 비교하면 작지만, 초기 프리미엄 모듈/장비/소재 시장에는 충분히 큰 규모다. 특히 장비와 소재는 완제품 출하보다 먼저 움직이기 때문에, 주식시장은 전체 침투율이 낮은 초기에도 선행 반응할 수 있다.

규모보다 질적 전환,
공급과잉 시장의
차별화 축

결국 페로브스카이트 시장 전망의 핵심은 절대 규모보다 질적 전환이다. 범용 실리콘 모듈 시장은 이미 공급과잉과 가격 하락에 노출되어 있다. 반면 페로브스카이트 탠덤은 모듈 가격을 더 낮추는 기술이 아니라, 동일 면적의 전력 생산성을 높여 프로젝트 IRR을 개선하는 기술이다. 따라서 초기 시장 규모가 작아도 프리미엄이 존재할 수 있다. 이 프리미엄이 유지되는 조건은 세 가지다. 첫째, 기존 실리콘 모듈 대비 의미 있는 출력 증가가 있어야 한다. 둘째, 추가 출력이 실제 프로젝트 경제성 개선으로 연결되어야 한다. 셋째, 장기 열화율과 보증 조건이 금융기관이 받아들일 수준으로 검증되어야 한다.

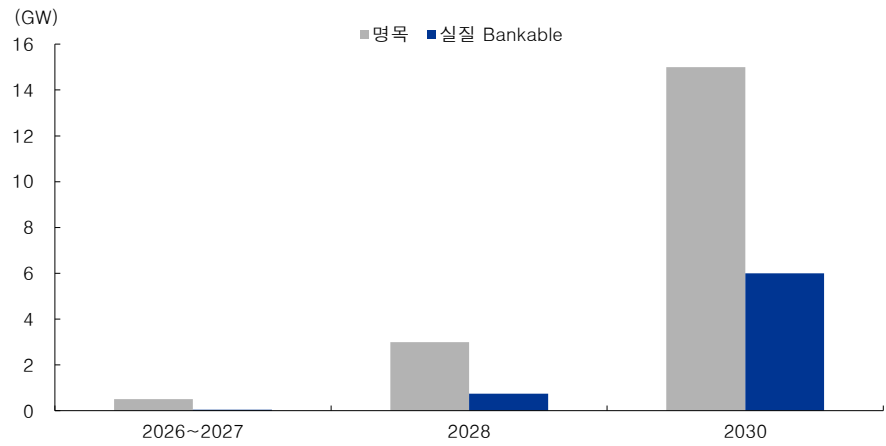
시기별 시장 로드맵,
파일럿 → 프리미엄 →
프로젝트

시장 전망을 시기별로 정리하면 다음과 같다. 2026~2027년은 파일럿 라인, 초기 상업 출하, 인증, 신뢰성 테스트의 구간이다. 이 시기에는 장비와 소재가 먼저 움직인다. 2028~2030년은 프리미엄 모듈 시장의 초기 확산 구간이다. 이 시기에는 제한 면적 프로젝트, 상업/산업용, BIPV, 데이터센터/반도체 클러스터 전력 솔루션에서 수요가 발생할 수 있다. 2030년 이후는 Bankability가 확보된 업체 중심으로 대형 프로젝트와 장기 PPA 시장이 열릴 수 있는 구간이다. 한편 우주/초경량 전원/이동형 전력 플랫폼은 본체 시장이라기보다 장기 옵션으로 보는 것이 타당하다.

선행 밸류체인, 장비/소재
신호가 먼저 온다

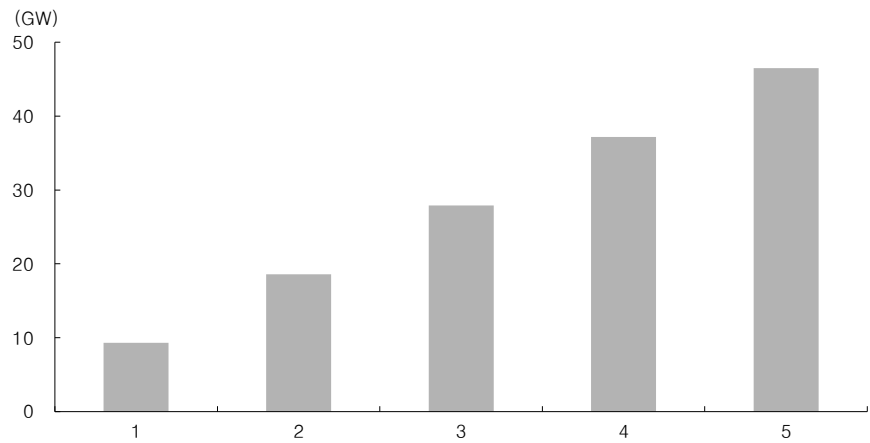
이러한 시장 전망은 투자전략을 명확하게 만든다. 페로브스카이트 시장을 단순히 언젠가 대량 양산되는가로 보면 아직 이르다. 그러나 어떤 밸류체인이 먼저 매출을 인식하고, 어떤 기업이 먼저 Bankability 데이터를 확보하는가로 보면 이미 관찰해야 할 이벤트가 시작됐다. 주식시장은 모듈 판매량보다 파일럿 라인 발주, 장비 채택, 소재 승인, 신뢰성 테스트 통과, 보증 기간 확대, 대형 고객 레퍼런스에 먼저 반응할 가능성이 높다.

그림 66. 명목/금융 가능 생산능력 전망



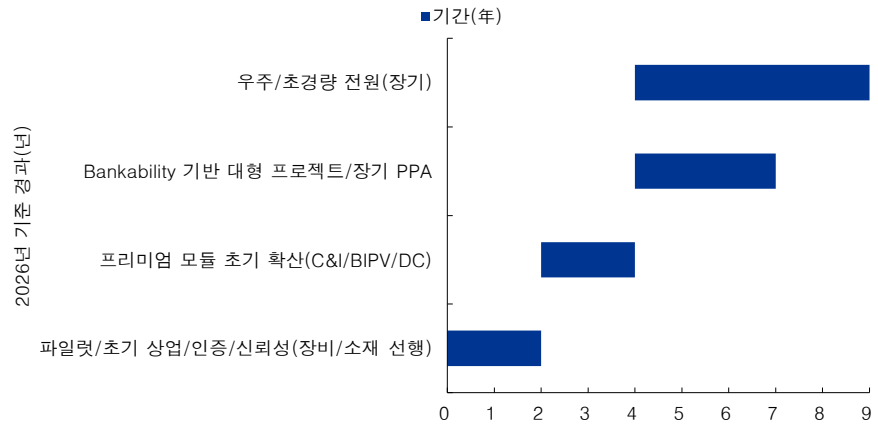
자료: PV-Tech, IBK투자증권

그림 67. 침투율별 탠덤 시장 규모 전망(2030년)



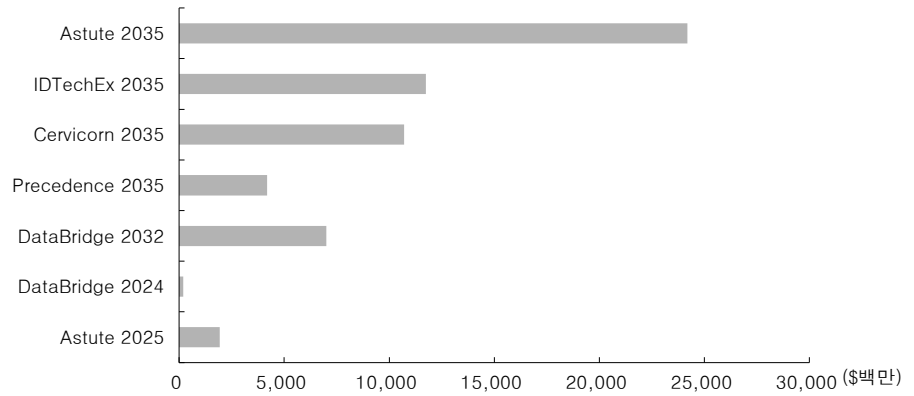
자료: PV-Tech, IBK투자증권

그림 68. 시기별 시장 전망



자료: 업계, IBK투자증권

그림 69. 외부 기관 페로브스카이트 시장 규모 전망



자료: 각 기관, IBK투자증권

한화솔루션:**페로브스카이트를 가장 현실적인 플랫폼 옵션으로 보유한 국내 대표 기업**

한화솔루션 세 조건,
실리콘/고객/Bankability

한화솔루션을 페로브스카이트 탠덤의 핵심 투자대상으로 보는 이유는 단순히 국내에서 가장 많이 알려진 태양광 기업이기 때문이 아니다. 보다 중요한 이유는 한화솔루션이 페로브스카이트의 세 가지 상업화 조건을 동시에 보유한 드문 기업이라는 점이다. 첫째, 기존 실리콘 셀/모듈 생산 기반을 보유하고 있다. 둘째, 미국과 한국을 중심으로 제조/판매/EPC/고객 채널을 갖추고 있다. 셋째, 페로브스카이트 실리콘 탠덤의 효율과 신뢰성 검증에서 의미 있는 선행 데이터를 제시하고 있다. 페로브스카이트가 대체가 아니라 적층이라면, 기존 실리콘 플랫폼을 보유한 기업의 가치가 오히려 커진다. 한화솔루션의 투자포인트는 바로 이 지점에서 출발한다.

실리콘 자산 재해석,
하부 플랫폼 가치 부각

첫 번째 투자포인트는 기존 실리콘 자산의 재해석이다. 페로브스카이트가 실리콘을 대체하는 기술이라면 기존 셀/모듈 자산은 중장기적으로 할인 요인이다. 그러나 상업화의 현실적 경로가 실리콘 하부 셀 위에 페로브스카이트 상부 셀을 얹는 탠덤 구조라면 결론은 달라진다. 기존 고효율 실리콘 셀 기술은 좌초자산이 아니라 하부 플랫폼이 된다. 한화솔루션이 자체 Q-ANTUM 기반 하부 셀과 페로브스카이트 상부 셀을 결합한 대면적 탠덤 셀 효율을 제시했다는 점은 중요하다. 이는 연구실용 소면적 셀 기록이 아니라, 산업용 규격 셀을 기반으로 한 상업화 가능성의 신호로 해석할 수 있다.

양산 공정 접근, 연구가
아니라 라인 전환 관점

두 번째 투자포인트는 한화솔루션이 페로브스카이트를 단독 소재 실험이 아니라 양산 공정 관점에서 접근하고 있다는 점이다. 페로브스카이트 탠덤의 가장 큰 병목은 효율 그 자체가 아니다. 대면적 균일도, 계면 결합, 수율, 봉지, 열화율, 인라인 검사, 모듈화, 보증 데이터가 핵심이다. 한화솔루션은 독일 R&D 기반과 한국 진천 파일럿 라인을 통해 연구실 효율에서 생산라인 검증으로 이동하고 있다. 이 점은 주식시장에서 매우 중요하다. 효율 기록만 발표하는 기업과 실제 파일럿 라인을 운영하는 기업의 밸류에이션은 달라야 한다.

Bankability 선점, 대형
고객과 보증 체계가 무기

세 번째 투자포인트는 Bankability 선점 가능성이다. 페로브스카이트 탠덤은 효율이 높아도 장기 성능이 검증되지 않으면 프로젝트 금융을 받을 수 없다. 태양광은 20~30년 현금흐름을 전제로 하는 인프라 자산이다. 모듈 출하만으로는 충분하지 않다. 발전사업자, 보험사, 금융기관이 해당 모듈의 장기 발전량을 신뢰해야 한다. 한화솔루션이 탠덤 모듈의 안정성 테스트와 인증 관련 성과를 공개한 점은 그래서 중요하다. 이는 단기 효율 홍보가 아니라 Bankability로 가는 첫 관문을 통과하고 있다는 의미다. 향후 투자자는 한화솔루션의 페로브스카이트 관련 뉴스를 볼 때 효율 신기록보다 열화율, 보증 기간, 야외 실증, 보험 커버리지, 프로젝트 적용 여부를 더 중요하게 봐야 한다.

미국 공급망 프리미엄,
IRA/고객 접근성 차별화

네 번째 투자포인트는 미국 공급망 프리미엄이다. 한화솔루션은 조지아 생산거점을 통해 미국 내 태양광 공급망을 구축하고 있다. 미국 태양광 시장은 단순히 가격만으로 움직이지 않는다. 공급망 안정성, 지역 생산, 정책 인센티브, 중국 의존도 축소, 대형 전력수요 기업의 조달 안정성이 함께 작동한다. 한화솔루션이 마이크로소프트와 장기 공급 및 EPC 협력을 체결한 점은 단순 모듈 판매 이상의 의미를 갖는다. 이는 한화솔루션이 단순 제조사가 아니라 대형 전력수요 기업과 연결된 프로젝트형 공급 채널을 확보하고 있음을 보여준다. 페로브스카이트 탠덤이 초기에는 프리미엄 시장에서 먼저 열릴 가능성이 높다면, 이러한 고객 채널은 향후 큰 자산이 될 수 있다.

효율을 고객 가치로, 출력
프리미엄을 PPA로 연결

다섯 번째 투자포인트는 한화솔루션이 효율 프리미엄을 실제 고객 가치로 전환할 수 있는 위치에 있다는 점이다. 페로브스카이트 탠덤의 가치는 단순히 셀 효율이 높다는 데 있지 않다. 같은 면적에서 더 많은 전기를 생산하고, BOS 비용을 희석하며, PPA 수익성을 높이고, 전력 수요처의 회피비용을 줄일 수 있어야 한다. 한화솔루션은 모듈 제조뿐 아니라 미국 내 프로젝트, EPC, 대형 고객 협력 경험을 보유하고 있다. 따라서 탠덤 모듈의 프리미엄을 효율이 높다는 기술 언어가 아니라 부지 효율이 높아지고 프로젝트 경제성이 개선된다는 고객 언어로 전환할 수 있다. 이 점이 단순 기술 스타트업과 차별화되는 부분이다.

TOPCon과 공존, 기존
설비와 경쟁 아닌 적층

여섯 번째 투자포인트는 한화솔루션의 페로브스카이트 전략이 기존 실리콘 설비와 경쟁하지 않는다는 점이다. 투자자가 우려할 수 있는 부분은 기존 설비 투자와 차세대 기술 투자가 서로 충돌하는가다. 그러나 탠덤 구조에서는 충돌보다 보완 가능성이 크다. 기존 실리콘 하부 셀이 고품질일수록 탠덤 효율도 높아진다. 즉, 한화솔루션의 기존 셀 기술은 페로브스카이트 도입 시 폐기해야 할 자산이 아니라 상부 셀이 올라설 기반이다. 이 점은 기존 설비의 잔존가치를 방어하면서 차세대 프리미엄을 붙일 수 있다는 의미다.

국내 밸류체인 선도,
소부장 표준화의 중심축

일곱 번째 투자포인트는 국내 투자자 관점에서 한화솔루션이 페로브스카이트 밸류체인 전체의 선도기업 역할을 할 수 있다는 점이다. 페로브스카이트 상업화가 진행되면 장비, 소재, 봉지재, 배리어 필름, TCO, 계면소재, 검사장비 업체들이 함께 움직인다. 그러나 국내 시장에서 이러한 소부장 기업이 재평가받기 위해서는 기준점이 필요하다. 한화솔루션의 파일럿 라인, 양산 검증, 소재 승인, 장비 발주, 모듈 인증 이벤트는 국내 페로브스카이트 밸류체인의 투자 시계를 제공할 수 있다. 즉 한화솔루션은 직접 수혜주이면서 동시에 국내 장비/소재주의 투자 촉매 역할을 할 수 있다.

모듈 가격 하락 대응,
범용 가격 경쟁 회피 전략

여덟 번째 투자포인트는 모듈 가격 하락 국면에서의 차별화 전략이다. 범용 태양광 모듈은 중국 공급과잉으로 가격 경쟁이 심하다. 이 구간에서 단순 생산능력 증설은 오히려 리스크가 될 수 있다. 한화솔루션이 장기적으로 밸류에이션을 회복하려면 범용 모듈 가격 사이클에 종속된 기업에서 벗어나야 한다. 페로브스카이트 탠덤은 그 탈피 경로다. 고효율 프리미엄, 미국 공급망, 대형 고객, Bankability 데이터가 결합되면 한화솔루션은 단순 모듈 제조사가 아니라 고효율 전력 플랫폼 공급자로 재평가될 수 있다.

핵심 리스크,
수율/열화율/보증
/자금조달 지연

다만 한화솔루션 투자전략에서 리스크도 분명히 봐야 한다. 첫째, 페로브스카이트 텐덤의 양산 수율이 예상보다 늦게 올라올 수 있다. 둘째, 장기 열화율 데이터가 충분히 쌓이기 전까지는 금융권이 보수적으로 접근할 가능성이 있다. 셋째, 중국 업체들이 빠르게 대면적 텐덤 라인을 구축할 경우 기술 프리미엄이 예상보다 빨리 축소될 수 있다. 넷째, 미국 태양광 정책과 공급망 규제가 변동될 경우 한화솔루션의 미국 프리미엄에도 변수가 생길 수 있다. 다섯째, 단기 실적은 여전히 모듈 가격, 가동률, AMPC(첨단제조 생산세액공제), 금리, 프로젝트 수요에 민감하다. 따라서 페로브스카이트는 한화솔루션의 단기 실적을 즉시 바꾸는 요인이자기보다 중장기 밸류에이션 상단을 열어주는 옵션으로 보는 것이 합리적이다.

업황 회복주 넘어,
플랫폼 옵션으로 재평가

이 지점에서 투자전략은 명확하다. 한화솔루션을 단순 태양광 업황 회복주로만 보면 투자 논리가 약하다. 범용 모듈 가격 회복만 기다리는 전략은 중국 공급과잉이라는 구조적 부담을 피하기 어렵다. 반대로 한화솔루션을 미국 공급망, 대형 고객, 페로브스카이트 텐덤, Bankability, 고효율 프리미엄이 결합된 플랫폼 기업으로 보면 투자 논리가 달라진다. 단기 주가는 업황과 정책에 흔들릴 수 있지만, 중장기적으로는 기존 실리콘 플랫폼 위에 차세대 고효율 레이어를 얹을 수 있는가가 핵심 평가 기준이 된다.

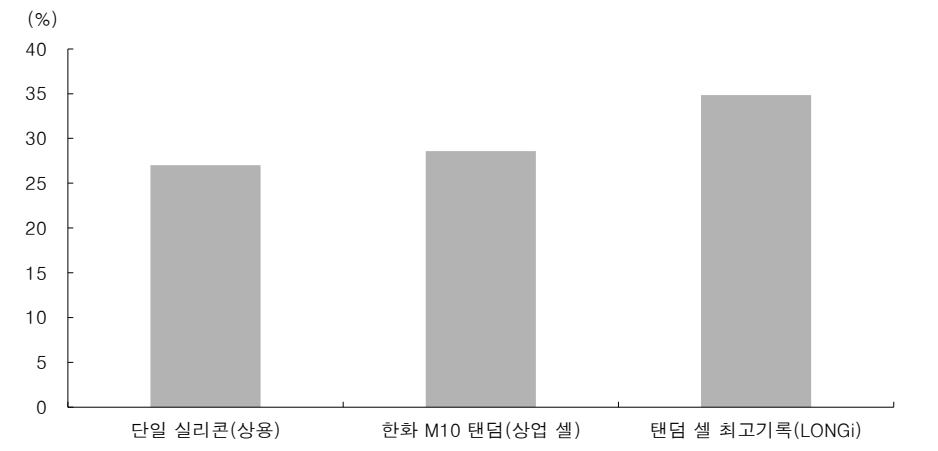
리레이팅 체크포인트,
효율/수율/보증/고객
이벤트

향후 한화솔루션의 주가 리레이팅을 위해 확인해야 할 이벤트는 다섯 가지다. 첫째, 페로브스카이트 실리콘 텐덤의 대면적 셀 효율 추가 개선이다. 둘째, 파일럿 라인의 수율과 반복 생산 데이터 공개다. 셋째, 모듈 단위 효율과 장기 신뢰성 테스트 결과다. 넷째, 10년을 넘어 15년, 20년 이상으로 확장되는 보증 가능성이다. 다섯째, 대형 고객 또는 프로젝트에 실제 적용되는 레퍼런스다. 이 다섯 가지 이벤트가 순차적으로 확인 될수록 한화솔루션의 페로브스카이트 가치는 연구개발 옵션에서 사업가치로 이동할 수 있다.

전환 능력이 핵심, 기술을
금융 자산으로 바꾸는 힘

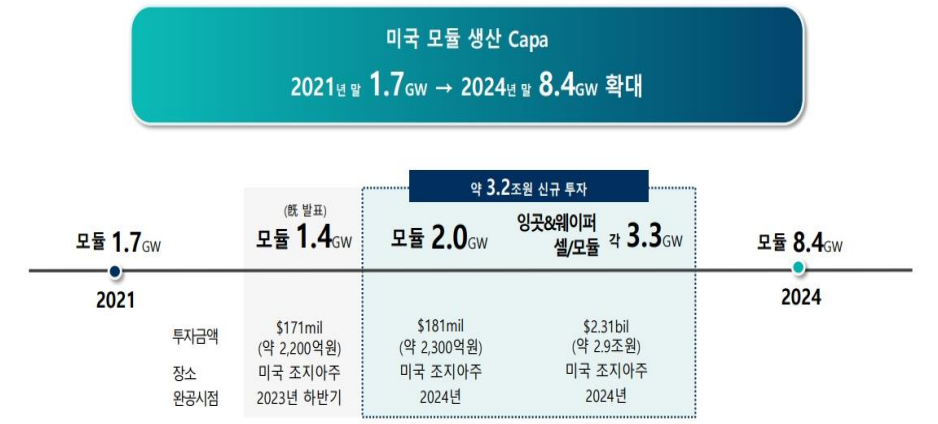
결국 한화솔루션의 페로브스카이트 투자포인트는 기술 보유 여부가 아니라 전환 능력이다. 효율을 제품으로, 제품을 프로젝트로, 프로젝트를 금융 가능한 자산으로 전환할 수 있는 기업인가가 핵심이다. 한화솔루션은 기존 실리콘 플랫폼, 미국 공급망, 대형 고객 채널, 파일럿 라인, 인증/신뢰성 데이터라는 요소를 동시에 보유하고 있다. 이 조합은 국내 태양광 기업 중 가장 설득력 있는 페로브스카이트 투자 논리를 제공한다.

그림 70. 주요 업체 페로브스카이트 탠덤 효율 비교



자료: Qcells, Perovskite-info, NREL, IBK투자증권

그림 71. 한화솔루션 미국 태양광 생산능력 현황



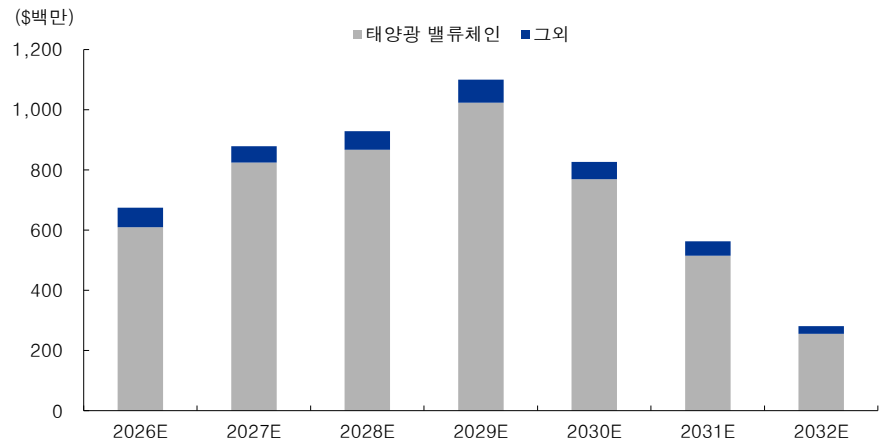
자료: 한화솔루션, IBK투자증권

그림 72. 한화솔루션 유상증자 자금사용 계획



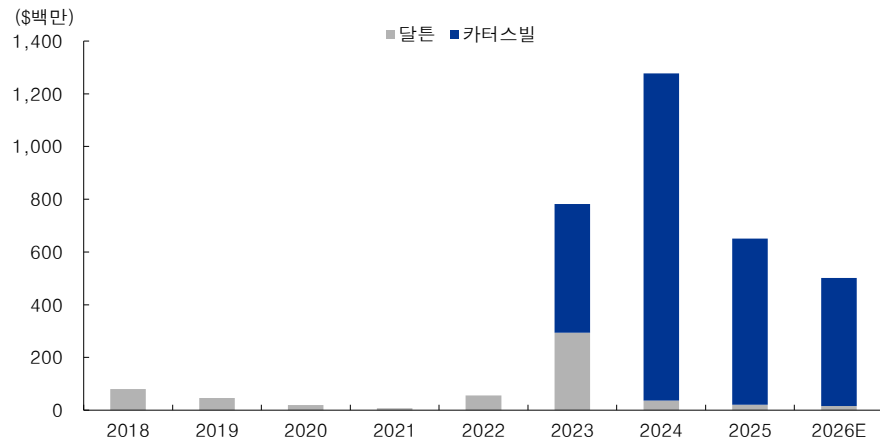
자료: 한화솔루션, IBK투자증권

그림 73. 한화솔루션 AMPC 중장기 전망



자료: 한화솔루션, IBK투자증권

그림 74. 한화솔루션 미국 태양광 제조시설 투자 추이



자료: 한화솔루션, IBK투자증권

결론: 지금은 페로브스카이트를 양산 기대주가 아니라 가치 기준 전환주로 볼 시점

가치 기준 전환, 저가 경쟁에서 전력 가치 경쟁으로

페로브스카이트 탠덤의 투자 결론은 단순하다. 이 기술은 아직 범용 태양광 시장을 대체할 만큼 성숙하지 않았다. 그러나 이미 태양광 산업의 다음 가치 기준을 보여주기 시작했다. 과거 태양광의 승자는 가장 낮은 \$/W를 만든 기업이었다. 그러나 모듈 가격이 이미 낮아지고 공급과잉이 심화된 이후의 승자는 제한된 면적과 제한된 계통접속권에서 가장 높은 kWh를 만들어내고, 이를 프로젝트 IRR로 전환할 수 있는 기업이 될 가능성이 높다.

효율 천장 돌파, 단일접합 한계 넘는 구조 변화

페로브스카이트 탠덤은 이 변화의 핵심 기술이다. 실리콘 단일접합의 효율 한계가 가까워질수록 산업은 새로운 구조를 필요로 한다. 페로브스카이트는 실리콘을 대체하는 기술이 아니라 실리콘 위에 얹혀 효율 천장을 들어 올리는 기술이다. 따라서 기존 실리콘 셀/모듈 자산은 폐기되는 것이 아니라 하부 플랫폼으로 재해석된다. 이 점이 투자전략의 출발점이다.

프리미엄 시장부터, 면적/계통 제약 수요 선점

시장 전망 측면에서 페로브스카이트는 당장 수십 GW의 범용 시장을 형성하기보다, 프리미엄 시장에서 먼저 열릴 가능성이 높다. 지붕형, 상업/산업용, BIPV, 데이터센터/반도체 클러스터, 토지 제약 시장, 미국 공급망 프리미엄 시장이 초기 수요처가 될 수 있다. 이 시장에서는 모듈 가격보다 면적당 발전량, 전력 회피비용, PPA 가치, 공급망 안정성이 더 중요하다. 따라서 페로브스카이트 초기 시장은 작지만 높은 프리미엄을 가질 수 있다.

투자 순서 정의, 장비/소재/모듈 순

투자 순서는 장비, 소재, 모듈 순서로 보는 것이 합리적이다. 초기에는 완제품 모듈 판매보다 파일럿 라인과 양산 검증 라인 투자가 먼저 발생한다. 따라서 장비 기업이 먼저 움직인다. 이후 소재 승인과 신뢰성 데이터가 쌓이면 계면소재, 봉지재, 배리어 필름, TCO, 검사장비 업체가 재평가될 수 있다. 모듈 기업의 본격 리레이팅은 효율 신기록이 아니라 Bankability 이벤트에서 발생한다. 즉 장기 보증, 보험, 프로젝트 파이낸싱, 대형 고객 반복 주문이 확인될 때 밸류에이션이 달라진다.

국내 플랫폼 기업, 한화솔루션의 전환 가능성

한화솔루션은 이 흐름에서 국내 대표 플랫폼 기업으로 볼 수 있다. 한화솔루션의 강점은 페로브스카이트 기술을 단독으로 보유했다는 점이 아니라, 기존 실리콘 플랫폼 위에 차세대 고효율 기술을 얹을 수 있는 구조를 갖췄다는 점이다. 미국 공급망, 대형 고객 채널, 진천 파일럿 라인, 독일 R&D 기반, 대면적 셀 효율 기록, 안정성 테스트 성과가 결합되면서 한화솔루션은 단순 태양광 업황 회복주를 넘어 페로브스카이트 탠덤 상업화의 국내 핵심 옵션으로 재평가될 수 있다.

옵션가치 평가, 과도한 조기 반영은 경계

다만 투자자는 페로브스카이트를 과도하게 앞당겨 해석해서는 안 된다. 이 기술은 아직 수율, 장기 열화율, 보증, 금융 가능성, 대면적 생산성이라는 관문을 통과해야 한다. 따라서 단기 실적 모델에 과도한 매출을 반영하는 것은 위험하다. 올바른 접근은 실적 반영보다 옵션가치 반영이다. 페로브스카이트는 2026~2027년에는 R&D와 파일럿 이벤트, 2028~2030년에는 프리미엄 모듈 시장, 2030년 이후에는 Bankability 기반 확산과 장기 옵션으로 나눠 평가해야 한다.

프리미엄 시장 시작,
원가 경쟁 밖의 새 가치

결론적으로 페로브스카이트 탠덤은 태양광 산업의 원가 경쟁을 끝내는 기술이 아니다. 그러나 원가 경쟁만으로 설명되지 않는 새로운 프리미엄 시장을 여는 기술이다. 범용 실리콘 모듈 시장에서는 여전히 가격이 중요하지만, 전력 접근권이 병목인 시장에서는 면적당 발전량과 신뢰성이 더 중요해진다. 이 변화가 본격화 될수록 태양광 산업의 밸류에이션은 단순 제조원가에서 전력 생산성, Bankability, 프로젝트 IRR로 이동할 것이다.

단기 업황보다 플랫폼,
미국 공급망과 탠덤 옵션

따라서 한화솔루션 투자전략의 핵심은 단기 태양광 업황 회복만을 기다리는 것이 아니다. 투자자는 한화솔루션을 미국 공급망 기반의 태양광 제조사이자, 페로브스카이트 탠덤을 통해 기존 실리콘 플랫폼의 가치를 확장할 수 있는 차세대 고효율 전력 플랫폼 기업으로 봐야 한다. 주가의 첫 번째 촉매는 파일럿 라인과 효율 데이터, 두 번째 촉매는 안정성/보증/Bankability 데이터, 세 번째 촉매는 대형 고객과 프로젝트 적용 레퍼런스가 될 것이다.

핵심 한 줄 요약,
싼 태양광보다 비싼
전력 가치

정리하자면, 페로브스카이트 탠덤의 본질은 더 싼 태양광이 아니라 제한된 면적에서 더 비싼 전력 가치를 만들어내는 태양광이다. 한화솔루션의 증자기 투자 포인트도 여기에 있다. 기존 실리콘 자산을 기반으로 고효율 탠덤 레이어를 얹고, 이를 미국 공급망과 대형 고객 채널을 통해 프로젝트 가치로 전환할 수 있다면, 한화솔루션은 범용 모듈 가격 사이클을 넘어서는 재평가의 근거를 확보할 수 있다.

참고: 페로브스카이트 탠덤 시장과 한화솔루션 탠덤 실적/밸류에이션 전망

페로브스카이트 탠덤 시장 전망 (2026~2035년)

탠덤 모듈 시장은 2026년
0.65GW에서 2035년
312.5GW로 확대 전망

페로브스카이트 실리콘 탠덤 모듈 시장은 2026년부터 상업화가 시작되지만, 초기 침투 속도는 보수적으로 접근할 필요가 있다. 세계 신규 태양광 설치량은 2026년 650GW에서 2035년 1,250GW로 확대되는 것으로 가정하였다. 다만 탠덤 모듈 침투율은 2026년 0.1%, 2028년 1.0%, 2030년 3.0%, 2035년 25.0%로 상승하는 것으로 반영하였다. 이에 따라 세계 탠덤 모듈 시장은 2026년 0.65GW에서 2030년 27.9GW, 2035년 312.5GW로 확대될 전망이다. 이는 탠덤이 단기간에 범용 모듈을 대체하기 보다는, 장기 신뢰성 검증과 양산 수율 개선을 거치며 고효율 프리미엄 시장부터 단계적으로 침투한다는 가정이다.

우선 침투 시장,
지붕형/상업용/미국
유틸리티/데이터센터

탠덤 모듈의 초기 수요처는 전체 태양광 시장이 아니라, 면적당 발전량의 가치가 높은 프로젝트가 될 가능성이 크다. 지붕형 태양광, 상업용 프로젝트, 토지 확보가 어려운 지역, 미국 유틸리티 프로젝트, 데이터센터 전력 조달 수요가 대표적이다. 이들 시장에서는 단순 모듈 가격보다 제한된 부지에서 생산할 수 있는 전력량, 계통 접속 용량의 활용도, 장기 발전량, 보증 가능성이 더 중요하다. 따라서 탠덤 모듈은 초기부터 대규모 범용 시장을 대체하기보다는, 고효율 프리미엄을 프로젝트 수익률로 설명할 수 있는 영역에서 먼저 채택될 전망이다.

가격 하락보다
물량 증가가 중요하다

금액 기준 시장 규모도 꾸준히 확대될 것으로 예상된다. 탠덤 모듈 ASP는 2026년 \$0.38/W에서 2035년 \$0.17/W로 하락하는 것으로 가정하였다. 그러나 칩투울 상승과 출하량 증가 효과가 판가 하락을 상쇄하면서, 세계 탠덤 모듈 시장 규모는 2026년 약 2.5억달러에서 2035년 약 531억달러로 확대될 전망이다. 이 구간의 핵심은 가격 하락 자체가 아니라, 가격 하락을 동반하면서도 고효율 모듈의 채택 기반이 얼마나 넓어지는지다. 탠덤 시장은 ASP가 하락해야 열리는 시장이지만, 동시에 장기 신뢰성과 보증 가능성이 확인되어야 본격적인 물량 확대가 가능하다.

한화솔루션 탠덤 모듈 실적 전망

양산 전환 여부가
더 중요한 변수

한화솔루션의 탠덤 사업은 초기 시장 선점보다 안정적인 양산 전환 여부가 더 중요한 변수다. 한화솔루션의 세계 탠덤 시장 점유율은 2026년 2%에서 2030년 3%, 2031~2033년 5~7% 수준까지 상승한 뒤, 2035년 6% 수준으로 안정되는 것으로 가정하였다. 이는 기술 선도 프리미엄은 인정하되, 중국과 글로벌 모듈 업체들의 후속 진입을 함께 반영한 보수적 시나리오다. 이에 따라 한화솔루션의 탠덤 모듈 출하량은 2026년 0.013GW, 2030년 0.84GW, 2033년 11.87GW, 2035년 18.75GW로 확대될 것으로 추정된다.

2026~2030년 초기
상업화/고객 검증.
2031년부터 실적 가시화
전망

실적 기여는 2028년부터 시작되지만, 전사 실적에 의미 있는 규모로 반영되는 시점은 2031년 이후로 보는 것이 합리적이다. 한화솔루션의 탠덤 모듈 매출은 2026년 494만달러에서 2028년 4,740만달러, 2030년 2,01억달러, 2031년 7.70억달러, 2035년 31.9억달러로 증가할 전망이다. 원화 기준으로는 2035년 약 4.4조원 수준이다. 따라서 2026~2030년은 파일럿 생산, 초기 상업화, 고객 검증의 구간이고, 2031년 이후부터 탠덤 사업이 별도 사업부로서 전사 실적에 가시적으로 반영될 가능성이 높다.

2030년 높은 수익성 달성
전망

수익성은 2027년 흑자 전환 이후 2029~2030년에 마진 정점을 형성할 것으로 추정된다. 2026년에는 초기 생산 비용과 고정비 부담으로 영업적자가 예상되지만, 2027년부터는 출하량 증가와 AMPC 효과가 반영되며 흑자 전환이 가능할 전망이다. 2030년 영업이익이익률은 약 18.2%로 가장 높은 수준을 기록할 것으로 추정된다. 이는 고효율 제품 프리미엄, 초기 규모의 경제, 미국 생산 비중에 따른 AMPC 효과가 동시에 반영되는 구간이기 때문이다. 다만 이 시기의 수익성은 순수 제조 마진이라기보다 정책 지원 효과가 포함된 수치로 해석해야 한다.

AMPC, 2030년 이후
단계적 축소

AMPC 효과는 2030년 이후 단계적으로 축소된다. 미국 생산 비중은 2026년 60%에서 2027년 이후 50% 수준으로 가정하였으며, AMPC 적용률은 2029년까지 100%, 2030년 75%, 2031년 50%, 2032년 25%, 2033년 0%로 축소되는 것으로 반영하였다. 이에 따라 AMPC 보조금은 2032년 약 1.03억달러 수준까지 반영된 뒤 2033년부터 소멸된다. 2033년 이후 영업이익이익률이 6~7% 수준으로 낮아지는 것은 보조금 종료 효과를 반영한 결과다.

AMPC, 2030년 이후
단계적 축소

따라서 한화솔루션 탠덤 사업의 핵심 평가지표는 2030년 전후의 보조금 포함 이익이 아니라, AMPC 종료 이후에도 유지 가능한 자생 EBITDA 마진이다. 보조금 제외 기준 EBITDA 마진은 2026년 -10%에서 2030년 9%, 2033년 13%, 2035년 14%로 개선되는 것으로 가정하였다. 이는 초기 램프업 손실 이후 양산 수율 개선, 재료비 절감, 라인 효율화, 고효율 제품 믹스 확대가 순차적으로 반영되는 구조다. 2035년 기준 한화솔루션의 탠덤 매출은 31.9억달러, 총 EBITDA는 4.46억달러로 추정된다. 원화 기준 EBITDA는 약 0.62조원이다.

한화솔루션 탠덤 모듈 밸류에이션 전망(2035년 기준)

시나리오 방식 적용,
Base 시나리오 가치
2.2조원

2035년 기준 한화솔루션 탠덤 사업부의 내재가치는 Bear, Base, Bull 세 가지 시나리오로 산출하였다. 이는 확정 목표주가가 아니라, 전사 SOTP에서 탠덤 사업부를 별도 평가하기 위한 참고 분석틀이다. Base 시나리오에서는 2035년 세계 신규 태양광 수요 1,250GW, 탠덤 침투율 25%, 한화솔루션 점유율 6%, ASP \$0.17/W, EBITDA 마진 14%, EV/EBITDA 9배를 적용하였다. 이 경우 한화솔루션의 탠덤 매출은 31.9억달러, EBITDA는 4.46억달러로 산출된다. 이를 11% 할인율로 현재가치화하면 사업가치는 약 2.2조원으로 추정된다.

Bear 시나리오 가치
0.34조원

Bear 시나리오는 기술 상용화 지연, 고객 검증 장기화, 중국 업체의 조기 추격, 탠덤 모듈 프리미엄 축소를 반영한 보수적 가정이다. 2035년 탠덤 침투율 15%, 한화솔루션 점유율 4%, ASP \$0.15/W, EBITDA 마진 10%, EV/EBITDA 6배를 적용하면 현재가치 기준 사업가치는 약 0.34조원으로 산출된다. 이 경우 탠덤은 한화솔루션의 중장기 성장 옵션으로 남지만, 전사 밸류에이션을 구조적으로 바꾸는 수준에는 이르기 어렵다. 특히 장기 신뢰성 데이터 확보가 지연되거나, 고효율 프리미엄이 예상보다 빠르게 소멸할 경우 Bear 시나리오에 가까워질 수 있다.

Bull 시나리오 가치
9.6조원

Bull 시나리오는 탠덤 모듈의 침투 속도가 예상보다 빠르고, 한화솔루션이 미국 생산 기반과 양산 경험을 바탕으로 일정 수준의 프리미엄을 유지하는 경우다. 2035년 탠덤 침투율 35%, 한화솔루션 점유율 8%, ASP \$0.20/W, EBITDA 마진 18%, EV/EBITDA 13배를 적용하면 현재가치 기준 사업가치는 약 9.6조원까지 상승한다. Base와 Bull의 차이는 단순 출하량 차이만이 아니라, AMPC 종료 이후의 자생 마진과 시장이 부여하는 밸류에이션 배수의 차이에서 발생한다. 즉 한화솔루션이 범용 모듈 업체로 평가받는지, 고효율 모듈 선도 업체로 재평가받는지 장기 가치의 핵심이다.

마진이 배수를 결정

결론적으로 한화솔루션의 탠덤 사업가치는 공격적 성장 프리미엄을 선반영하기보다, 상용화 성공 시 전사 가치에 추가될 수 있는 보수적 옵션 가치로 해석하는 것이 적절하다. Base 기준 2조원 초반의 현재가치는 현재 단계에서 무리하지 않은 탠덤 사업부 가치 추정치다. 다만 장기 신뢰성, 양산 수율, 원가 구조, 보증 가능성, 고객 채택 속도가 빠르게 확인될 경우 Bull 시나리오로의 재평가 여지는 존재한다. 결국 한화솔루션 탠덤 사업의 밸류에이션은 효율 기록 자체보다, AMPC 종료 이후에도 두 자릿수 EBITDA 마진을 유지할 수 있는 고효율 제조 플랫폼으로 증명되는지에 의해 결정될 전망이다.

표 13. 한화솔루션 탠덤 모듈 사업 모델

구분	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
수요/시장/점유율										
세계 태양광 신규 수요(GW)	650	720	790	860	930	1,000	1,070	1,130	1,190	1,250
탠덤 침투율(%)	0.1%	0.1%	1.0%	2.0%	3.0%	7.0%	10.0%	15.0%	20.0%	25.0%
탠덤 시장 규모(GW)	0.7	0.7	7.9	17.2	27.9	70.0	107.0	169.5	238.0	312.5
한화 탠덤 점유율(%)	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	3.0%	5.0%	7.0%	7.0%	6.0%	6.0%
한화 탠덤 출하량(GW)	0.0	0.0	0.2	0.3	0.8	3.5	7.5	11.9	14.3	18.8
평가/매출										
탠덤 모듈 ASP(\$/W)	\$0.38	\$0.34	\$0.30	\$0.27	\$0.24	\$0.22	\$0.20	\$0.19	\$0.18	\$0.17
모듈 매출(\$백만)	\$5	\$5	\$47	\$93	\$201	\$770	\$1,498	\$2,254	\$2,570	\$3,188
AMPC 보조금(\$백만)	\$1	\$1	\$9	\$19	\$35	\$96	\$103			
수익성(EBITDA/영업이익)										
모듈 EBITDA(AMPC 제외, \$백만)	(\$0)	(\$0)	\$1	\$6	\$18	\$85	\$180	\$293	\$334	\$446
총 EBITDA(\$백만)	\$0	\$1	\$10	\$24	\$53	\$181	\$283	\$293	\$334	\$446
감가상각비(\$백만)	\$1	\$1	\$5	\$8	\$16	\$62	\$105	\$158	\$180	\$223
영업이익(\$백만)	(\$0)	\$0	\$5	\$16	\$37	\$119	\$178	\$135	\$154	\$223
총 EBITDA 마진(%)	7.4%	12.8%	20.3%	26.4%	26.2%	23.5%	18.9%	13.0%	13.0%	14.0%
영업이익률(%)	-4.6%	1.8%	10.3%	17.4%	18.2%	15.5%	11.9%	6.0%	6.0%	7.0%
원화 환산(KRW)										
모듈 매출(십억원)	7	7	65	128	277	1,063	2,067	3,111	3,547	4,399
총 EBITDA(십억원)	1	1	13	34	73	250	390	404	461	616
영업이익(십억원)	-0.3	0.1	7	22	50	165	245	187	213	308

자료: 한화솔루션, IBK투자증권

표 14. 한화솔루션 탠덤 모듈 사업 밸류에이션 시나리오(2035년 터미널 기준)

구분	Bear	Base	Bull	비고
2035E 터미널 가정				
세계 태양광 신규 수요(GW)		1,250	1,250	1,250
탠덤 침투율(%)		15.0%	25.0%	35.0%
한화 점유율(%)		4.0%	6.0%	8.0%
탠덤 ASP(\$/W)		\$0.15	\$0.17	\$0.20
EBITDA 마진(%)		10.0%	14.0%	18.0%
2035 AMPC 일몰, 자생 마진				
2035E 도출				
탠덤 시장(GW)		188	313	438
한화 출하(GW)		7.5	18.8	35.0
모듈 매출(\$백만)		\$1,125	\$3,188	\$7,000
EBITDA(\$백만)		\$113	\$446	\$1,260
가치 산정(EV/EBITDA, 현재가치 환산)				
적용 EV/EBITDA(x)		6.0x	9.0x	13.0x
사업가치 EV @2035(\$백만)		\$675	\$4,016	\$16,380
할인율(%)		12.0%	11.0%	10.0%
할인 기간(년)		9	9	9
현재가치 환산 사업가치(\$백만)		\$243	\$1,570	\$6,947
(\$십억)		\$0.2	\$1.6	\$6.9
(조원)		0.3조	2.2조	9.6조
2026 기준 2035까지				
교차검증(EV/Sales)				
적용 EV/Sales(x)		0.9x	1.2x	1.5x
EV @2035(\$백만)		\$1,013	\$3,825	\$10,500
현재가치 환산(조원)		0.5조	2.1조	6.1조

자료: 한화솔루션, IBK투자증권



Company Analysis

기업명	투자의견	목표주가
한화솔루션 (009830)	매수(상향)	53,000원(유지)

매수 (상향)

목표주가 (유지) 53,000원
현재가 (6/10) 36,600원

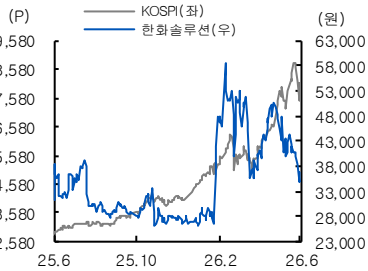
KOSPI (6/10) 7,730.82pt
시가총액 6,343십억원
발행주식수 174,468천주
액면가 5,000원
52주 최고가 58,500원
최저가 26,100원
60일 일평균거래대금 174십억원
외국인 지분율 16.2%
배당수익률 (2026F) 0.0%

주주구성
한화 외 8인 36.92%
국민연금공단 5.75%

주가상승률	1M	6M	12M
상대기준	-25%	-28%	-56%
절대기준	-23%	35%	18%

	현재	직전	변동
투자 의견	매수	Trading Buy	▲
목표주가	53,000	53,000	-
EPS(26)	190	367	▼
EPS(27)	2,406	2,574	▼

한화솔루션 상대주가 (%)



한화솔루션 (009830)

탠덤 전환의 리스크를 자산으로 바꾸다

N타입 전환, 탠덤을 그린필드가 아니라 브라운필드로 만든다

한화솔루션의 페로브스카이트 탠덤 투자포인트는 기술 보유 자체보다, 기존 N타입 TOPCon 전환과 자연스럽게 연결된다는 데 있다. 탠덤은 실리콘 하부 셀 위에 상부 흡수층을 적층해 효율을 높이는 구조이므로, 현재 N타입 TOPCon 투자는 고효율 모듈 매출과 향후 탠덤 하부 플랫폼 역할을 동시에 수행한다. 이는 신규 진입자 대비 초기 Capex 부담과 좌초자산 리스크를 낮추는 요인이다. 특히 한화솔루션이 M10 상용 규격 페로브스카이트 실리콘 탠덤 셀에서 28.6% 효율을 입증받았다는 점은 연구실 수준이 아닌 상용화 가능 면적에서 기술력을 입증했다는 의미가 있다.

머스크 태양광 단지 건설, 위협이 아니라 수요와 검증이다

머스크 생태계의 대규모 태양광 제조 구상도 직접 위협으로 보기 어렵다. SpaceX/테슬라의 투자는 우주용 경량 셀, 자가 전력 조달, 궤도 데이터센터 등 특수 수요에 가깝고, 한화솔루션의 주력 시장은 지상 유틸리티/상업용/지붕형 프리미엄 시장이다. 오히려 AI 데이터센터와 반도체 팹 확장은 미국 전력 수요를 키우며, 미국 현지 생산능력을 갖춘 한화솔루션의 전략적 가치를 높인다.

소재/장비 내재화, 중국 원가 추격이 작동하지 않는 영역

마지막으로 소재/장비 내재화는 중국 원가 추격을 방어하는 핵심이다. 탠덤은 단순 가격보다 효율, 열화율, 대면적 균일도, Bankability가 중요하며, 한화솔루션은 핵심 공정과 소재/장비 기술을 내부화하고 있다. 결론적으로 한화솔루션의 탠덤 전략은 N타입 전환, 미국 전력 수요 확대, 소재/장비 내재화가 결합된 구조적 옵션으로 평가된다.

(단위:십억원,배)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
매출액	12,394	13,333	17,197	17,733	19,878
영업이익	-300	-365	666	1,099	1,509
세전이익	-1,424	-838	69	711	1,183
지배주주순이익	-1,404	-650	38	555	922
EPS(원)	-8,050	-3,728	190	2,406	4,002
증가율(%)	912.8	-53.7	-105.1	1,168.5	66.3
영업이익률(%)	-2.4	-2.7	3.9	6.2	7.6
순이익률(%)	-11.0	-4.6	0.3	3.1	4.6
ROE(%)	-16.0	-7.0	0.4	5.4	8.4
PER	-2.0	-7.2	187.4	14.8	8.9
PBR	0.3	0.5	0.8	0.8	0.7
EV/EBITDA	35.2	46.0	14.3	9.8	8.0

자료: Company data, IBK투자증권 예상

N타입 전환, 탠덤을 그린필드가 아니라 브라운필드로 만든다

기존 실리콘 플랫폼의
고도화

페로브스카이트 탠덤에 새로 진입하려는 신규 사업자는 하부 실리콘 셀부터 상부 페로브스카이트 층까지 전체 스택을 백지에서 쌓아야 한다. 이는 전형적인 그린필드 투자이며, 검증되지 않은 공정에 대규모 초기 Capex를 선투입해야 하는 구조다. 하지만 한화솔루션의 위치는 정반대다. 탠덤은 별개의 신산업이 아니라 이미 깔린 실리콘 플랫폼 위에 흡수층을 한 겹 더 얹는 구조이고, 그 하부 셀의 주류가 바로 한화솔루션이 지금 증설하고 있는 N타입 TOPCon이다.

TOPCon Capex는
현재와 미래에 동시 기여

한화솔루션의 큐트론(Q.TRON)은 N타입 웨이퍼에 얇은 산화막을 형성해 전하 이동을 제어하는 독자 기술 퀀텀 네오를 적용한 TOPCon 셀이다. 시장에서 TOPCon은 단독 고효율 제품이자 동시에 탠덤 하부 셀로 활용되는 브리지 기술로 평가된다. 이 지점이 Capex 논리의 핵심이다. 한화솔루션이 2.4조원 규모 유상증자에서 탠덤 파일럿 라인에 약 1,000억원, 탠덤 양산 라인 구축과 TOPCon 생산능력 확대에 약 8,000억원을 배정한 것은 두 개의 분리된 투자가 아니다. TOPCon 라인에 투입되는 자본은 그 자체로 고효율 N타입 모듈 매출을 만들면서, 동시에 향후 탠덤의 하부 셀 기반이 된다. 이는 같은 Capex가 두 번 일하는 것이다.

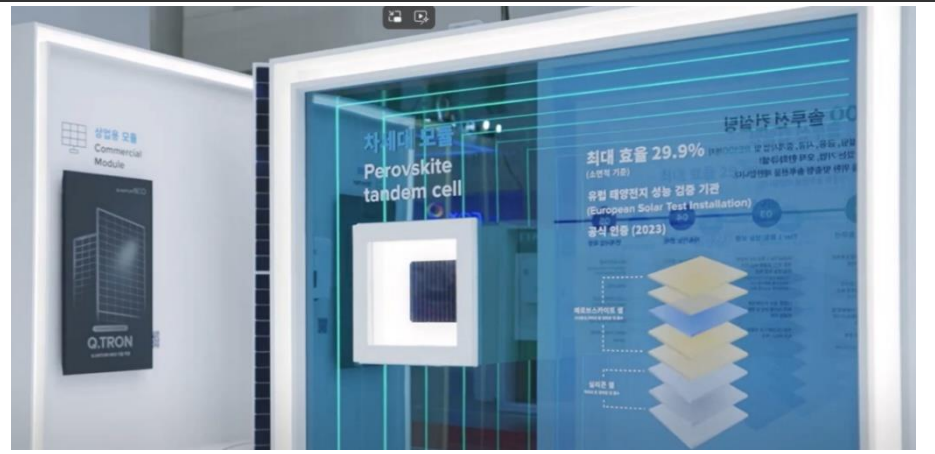
좌초자산 리스크를 낮추는
적층 프레임

이 구조에서 전환 리스크는 두 방향으로 줄어든다. 하나는 진입 비용이다. 탠덤 양산을 위해 새 공장을 짓는 것이 아니라 운영 중인 N타입 라인을 고효율로 업그레이드하는 경로이므로, 그린필드 진입자 대비 초기 부담이 현저히 낮다. 다른 하나는 좌초자산 리스크다. 페로브스카이트를 실리콘의 대체재로 보는 프레임에서는 기존 셀/모듈 자산이 할인 요인이지만, 적층 프레임에서는 동일 자산이 탠덤이 올라설 하부 플랫폼으로 재해석된다. 하부 셀의 품질이 높을수록 탠덤 전체 효율이 올라가므로, 한화솔루션이 N타입에 쏟은 투자는 폐기될 비용이 아니라 탠덤 효율을 끌어올리는 자산이 된다.

상용 규격 효율 인증이
보여준 진입장벽

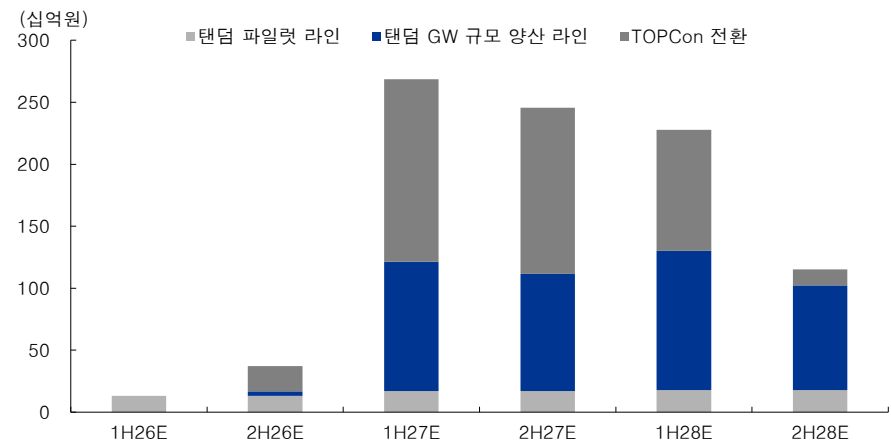
이미 확보한 데이터가 이 논리를 뒷받침한다. 한화솔루션은 1cm² 연구용이 아니라 시중 모듈에 적용 가능한 M10(330.56cm²) 상용 규격의 페로브스카이트 결정질 실리콘 탠덤 셀로 28.6% 효율을 기록해 프라운호퍼 ISE 인증을 받았다. 이는 그린필드 진입자가 단기간에 따라잡기 어려운 격차이며, 효율 헤드라인이 아니라 상용 규격에서 검증됐다는 점에서 의미가 다르다. 정리하면, N타입 전환이 진행될수록 탠덤의 진입 비용과 자산 좌초 위험이 함께 낮아진다. 차세대 전환이 기존 사업과 충돌하는 별도의 베팅이 아니라 기존 투자의 자연스러운 연장선에 놓이는 것, 이것이 한화솔루션이 가진 첫 번째 리스크 완충 장치다.

그림 75. 한화솔루션 탠덤 셀 사진



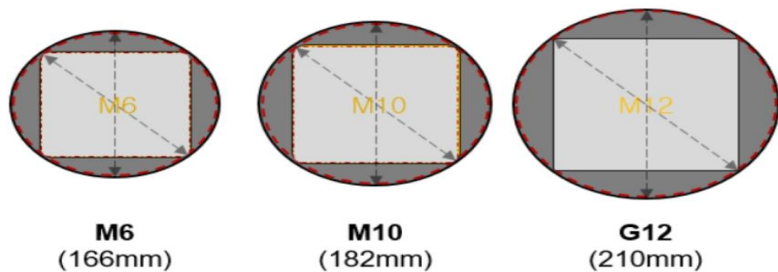
자료: 한화솔루션, IBK투자증권

그림 76. 한화솔루션 탠덤 투자와 TOPCon 전환 투자 전망



자료: 한화솔루션, IBK투자증권

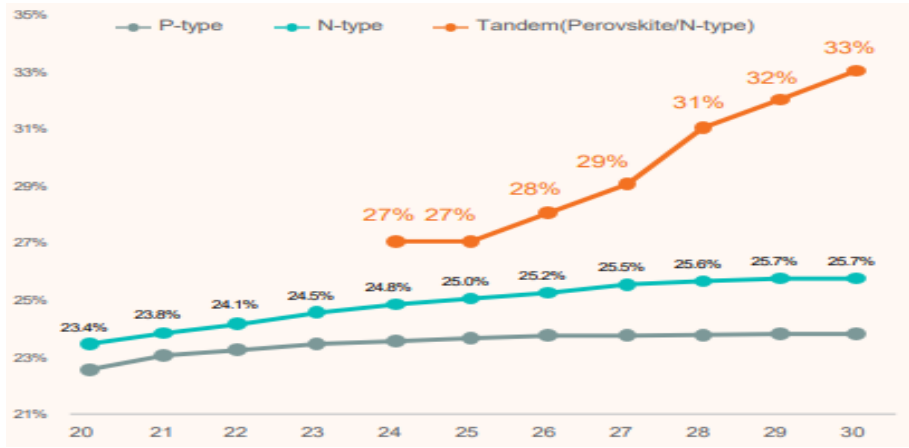
그림 77. 태양광 Wafer 규격 비교



항목	Unit	M6	M10	G12
크기	(mm)	166 x 166mm	182.2 x 182.2mm	210 x 210mm
두께	(um)	130~150um	130~150um	130~150um

자료: 한화솔루션, IBK투자증권

그림 78. 태양광 기술별 효율 추이/전망



자료: S&P, IBK투자증권

머스크 태양광 단지 건설, 위협이 아니라 수요와 검증이다

자가 제조 우려의 본질은 직접 경쟁보다 시장 확장

표면적으로 가장 큰 우려는 미국에서 거대한 신규 태양광 공급자가 출현한다는 점이다. SpaceX는 텍사스 오스틴 인근 배스트롭에 10GW 규모의 태양광 셀 제조시설을 건설 중이고, 테슬라/SpaceX 연합의 연 100~200GW 미국 태양광 생산 구상까지 거론된다. 여기에 테슬라/SpaceX/xAI가 발표한 250억달러 규모 테라팸(Terafab) 반도체 프로젝트가 더해지면서, 머스크 생태계는 전력/반도체/태양광을 수직계열화하는 방향으로 움직이고 있다. 한화솔루션 투자자가 가질 법한 질문은 자연스럽다. 이 대규모 자가 제조가 한화솔루션의 미국 시장 지위를 위협하는가. 결론부터 말하면, 이 리스크는 세 가지 이유에서 구조적으로 제한적이다.

우주용 셀과 지상 프리미엄 모듈은 다른 시장

1) 제품과 시장이 분리되어 있다. 머스크가 짓는 태양광 설비는 차세대 스타링크 위성과 궤도 데이터센터를 겨냥한 우주급/초경량 셀과 자가 소비용 전력을 목표로 한다. 반면 한화솔루션의 사업 영역은 지상의 유틸리티, 상업/산업용, 지붕형 프리미엄 시장이다. 두 수요는 제품 사양과 인증 체계, 판매 채널이 다르며 직접 경합하지 않는다. 머스크의 솔라 수직계열화는 한화솔루션의 지상 손익을 침범하는 사건이 아니다.

미국 전력 수요 확대는 FEOC 적격 공급자에게 우호적

2) 오히려 수요 측면의 순풍이다. 테라팸과 기가팩토리, 데이터센터가 빠르게 확장될수록 미국의 전력 수요는 폭증하고, 이는 지상 프리미엄 태양광 시장 전체를 키운다. 더 중요한 것은 정책 구조다. IRA(미국 인플레이션 감축법, AMPC(첨단제조 생산세액공제), FEOC(우려 외국기업) 체계는 중국산 셀/모듈/소재를 미국 시장에서 배제하고 미국 내 생산을 우대한다. 한화솔루션은 카터스빌(조지아)에 25억달러를 투자해 잉곳/웨이퍼/셀/ 모듈을 각각 연 3.3GW 규모로 생산하는 풀 밸류체인 거점을 구축했고, 마이크로소프트와 8년간 최대 12GW 모듈 공급 및 EPC 협력, True Green Capital과 450MW EPC 계약 등 대형 레퍼런스를 쌓았다. 미국 전력 수요가 커질수록 FEOC 적격 국산 공급자라는 한화솔루션의 위치는 위협받는 것이 아니라 강화될 수 있다.

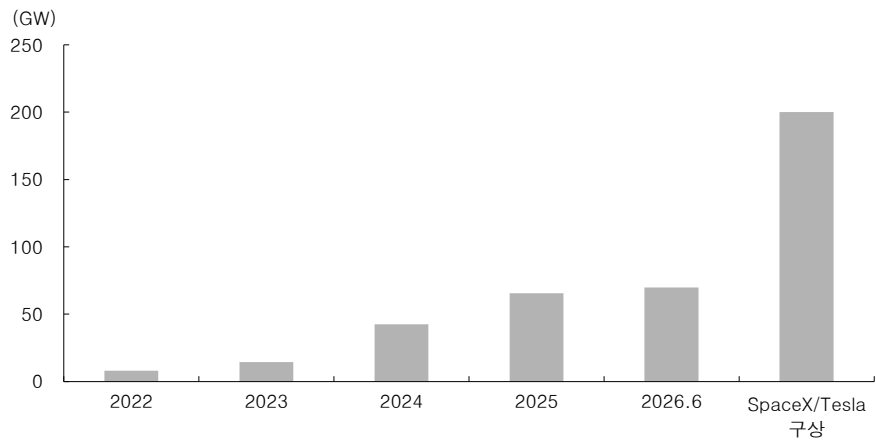
대규모 구상보다
Bankability가 더 현실적인
장벽

3) 머스크 구상 자체의 실행 리스크가 있다. 미국 전체 모듈 제조능력이 2025년 말 약 45GW, 2026년 60GW 수준으로 추정되는 상황에서 연 100~200GW 구상은 과도하고, 공개된 타임라인도 없으며, 대규모 인력 확보와 계통 연계라는 난제가 남아 있다. 반면 한화솔루션의 강점인 Bankability, 자회사 Qcells Enable을 통한 EPC 채널, 반복 발주 고객 레퍼런스는 신규 진입자가 단기간에 복제할 수 없는 자산이다.

우주 태양광 투자는 탠덤
옵션 가치의 외부 검증

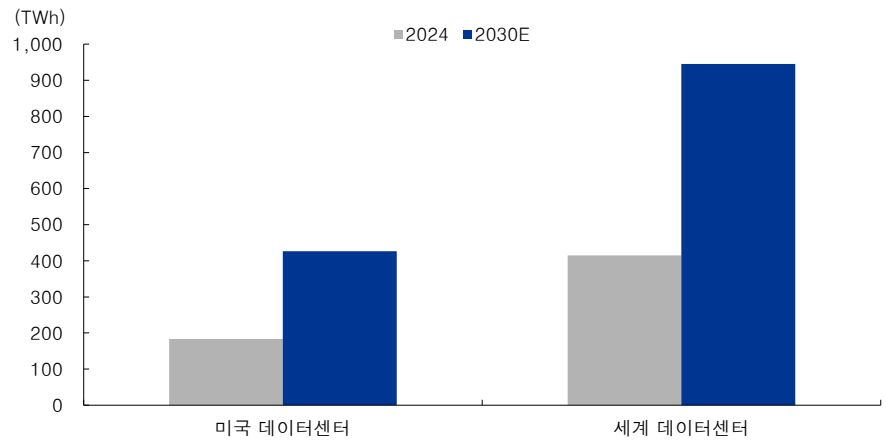
여기서 한 걸음 더 나아갈 수 있다. 머스크의 우주 태양광 자가 제조는 앞 장에서 다룬 우주 페로브스카이트 테마를 시장이 검증하는 사건이다. 발사 비용 하락과 궤도 데이터센터라는 서사가 실제 설비 투자로 구체화될수록, 초박막/유연 특성을 가진 페로브스카이트 탠덤의 장기 옵션 가치도 함께 부각된다. 한화솔루션은 지상 탠덤과 우주 경량 전력막을 하나의 소재 플랫폼으로 연결할 수 있는 위치에 있어, 이 프린티어에 비용을 거의 들이지 않고 노출된다. 요컨대 머스크 생태계의 태양광 단지 건설은 위협의 외피를 쓴 수요/정책/서사상의 우호 변수이며, 한화솔루션은 이 경쟁 리스크에서 일부 비켜서 있다.

그림 79. 미국 모듈 생산능력 추이



자료: SEIA, ACP, Wood Mackenzie, SpaceX/Tesla, IBK투자증권

그림 80. 데이터센터 전력 수요 전망



자료: IEA, IBK투자증권

그림 81. SpaceX 태양광 단지 조감도



자료: SpaceX, IBK투자증권

소재/장비 내재화, 중국 원가 추격이 작동하지 않는 영역

탠덤 경쟁의 핵심은
가격보다 공정/신뢰성

세 번째 리스크는 가장 익숙한 것, 중국의 원가 추격이다. 범용 실리콘 모듈에서 한국 기업이 중국과 정면 가격 경쟁을 벌여 이기기는 어렵다. 그러나 탠덤은 이 경쟁이 작동하는 방식 자체가 다르다. 탠덤은 공정 표준이 아직 고정되지 않았고, 효율과 열화율, 그리고 Bankability를 좌우하는 변수가 셀 가격이 아니라 장비와 소재, 공정 노하우에 있다.

장비/소재/공정 내재화로
기술 통제력 확보

한화솔루션의 대응은 외부 의존이 아니라 내재화다. 한화솔루션은 장비개발센터를 통해 양산용 핵심 공정 설비를 자체 제작하고 공정을 내재화하고 있으며, 1,900만유로 규모의 EU PEPPERONI 프로젝트에서 탠덤 셀의 장비/공정/재료 개발을 수행하고, 국내에서는 국책과제를 통해 대면적 모듈 공정/설비 기술과 소재 상업화를 추진하며 소재/부품/장비 생태계 구성에 참여하고 있다. 하부 셀은 자체 Q.ANTUM 기술 기반이다. 즉, 한화솔루션은 탠덤의 핵심 공정을 외부 장비/소재에 의존해 조립하는 기업이 아니라, 장비와 소재, 공정을 내부에서 함께 끌고 가는 기업이다.

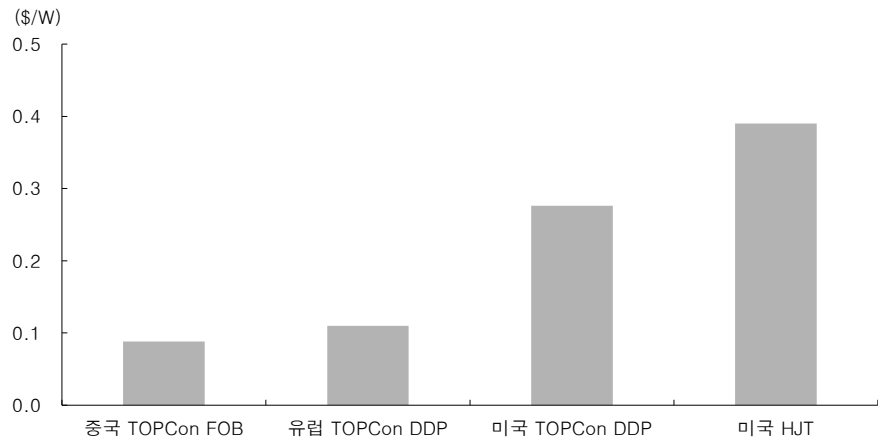
내재화는 가격 이전이
어려운 해자를 만든다

이 내재화가 중국 리스크를 차단하는 논리는 세 갈래다. 첫째, 가격으로 이전되지 않는 자산이다. 중국이 탠덤 모듈 가격을 낮춰도 한화솔루션이 축적한 공정 설비와 소재 노하우, 대면적 균일도 데이터는 가격표에 담겨 넘어가지 않는다. 둘째, 시장 접근권 그 자체다. FEOC 체계가 중국산 소재/부품을 미국 프로젝트에서 배제하는 환경에서, 핵심 소재/장비의 내재화는 단순한 원가 방어를 넘어 미국 시장에 진입할 자격을 의미한다. 셋째, 락인 효과다. 산업분석에서 앞서 살펴본 것처럼, 인증과 야외 현장 데이터, 보험 심사, 프로젝트 파이낸싱에 한번 포함된 소재/장비는 교체 비용이 크다. 내재화로 이 표준을 선점하면 후발 추격자는 효율이 높아도 금융/보증 비용에서 불리해진다.

중국 가격 경쟁을
회피 수단

결론적으로 소재/장비 내재화는 방어적 원가 절감이 아니라, 중국이 가격만으로는 넘어올 수 없는 해자를 구축하는 작업이다. 범용 실리콘에서 밀렸던 한국 태양광이 탠덤에서 다시 설 수 있는 근거가 여기에 있고, 한화솔루션은 그 해자를 가장 앞서 파고 있는 국내 기업으로 평가된다.

그림 82. 각 지역 모듈 가격 비교



자료: PV-Magazine, OPIS, IBK투자증권

그림 83. 한화솔루션 탠덤/상업화 Timeline



자료: 한화솔루션, IBK투자증권

표 15. 한화솔루션 실적 전망

(단위: 십억원, %)	1Q25	2Q25	3Q25	4Q25	1Q26	2Q26E	3Q26E	4Q26E	2023	2024	2024	2026E	
매출액	3,094	3,117	3,364	3,757	3,882	4,281	4,425	4,609	13,289	12,474	13,333	17,197	
영업이익	30	102	-7	-490	93	136	199	239	605	-296	-365	666	
영업이익률	1.0	3.3	-0.2	-13.0	2.4	3.2	4.5	5.2	4.5	-2.4	-2.7	3.9	
매출액	케미칼	1,074	1,239	1,160	1,151	1,340	1,393	1,530	1,380	5,097	4,817	4,624	5,643
	첨단소재	274	308	258	271	286	323	331	348	989	1,038	1,111	1,288
	큐셀	1,599	1,446	1,752	2,041	2,111	2,419	2,419	2,735	6,616	5,766	6,838	9,684
	기타	148	124	195	294	145	145	145	145	586	853	760	582
영업이익	케미칼	-91	-47	-9	-102	34	49	33	2	60	-121	-249	118
	첨단소재	-2	10	4	-5	12	13	13	17	64	24	6	56
	큐셀	136	156	8	-396	62	83	163	230	568	-258	-96	538
	기타	-13	-17	-10	14	-16	-10	-10	-10	-88	59	-26	-46

자료: 한화솔루션, IBK투자증권

한화솔루션 (009830)

포괄손익계산서

(십억원)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
매출액	12,394	13,333	17,197	17,733	19,878
증가율(%)	-5.2	7.6	29.0	3.1	12.1
매출원가	11,008	11,845	14,285	14,352	15,820
매출총이익	1,386	1,488	2,911	3,381	4,058
매출총이익률 (%)	11.2	11.2	16.9	19.1	20.4
판매비	1,686	1,853	2,245	2,281	2,549
판매비율(%)	13.6	13.9	13.1	12.9	12.8
영업이익	-300	-365	666	1,099	1,509
증가율(%)	-151.8	21.5	-282.7	65.0	37.3
영업이익률(%)	-2.4	-2.7	3.9	6.2	7.6
순금융손익	-440	-441	-525	-472	-451
이자손익	-445	-443	-394	-472	-451
기타	5	2	-131	0	0
기타영업외손익	-357	-67	-34	44	44
중속/관계기업손익	-327	34	-38	40	80
세전이익	-1,424	-838	69	711	1,183
법인세	-316	-225	22	156	260
법인세율	22.2	26.8	31.9	21.9	22.0
계속사업이익	-1,109	-613	47	555	922
중단사업손익	-260	-2	2	0	0
당기순이익	-1,369	-615	49	555	922
증가율(%)	1,451.7	-55.1	-107.9	1,034.7	66.3
당기순이익률 (%)	-11.0	-4.6	0.3	3.1	4.6
지배주주당기순이익	-1,404	-650	38	555	922
기타포괄이익	2,126	200	497	0	0
총포괄이익	757	-415	546	555	922
EBITDA	415	419	1,582	2,088	2,565
증가율(%)	-66.9	1.0	277.1	32.0	22.9
EBITDA마진율(%)	3.3	3.1	9.2	11.8	12.9

투자지표

(12월 결산)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
주당지표(원)					
EPS	-8,050	-3,728	190	2,406	4,002
BPS	54,163	52,166	43,052	45,458	49,461
DPS	300	0	0	0	0
밸류에이션(배)					
PER	-2.0	-7.2	187.4	14.8	8.9
PBR	0.3	0.5	0.8	0.8	0.7
EV/EBITDA	35.2	46.0	14.3	9.8	8.0
성장성지표(%)					
매출증가율	-5.2	7.6	29.0	3.1	12.1
EPS증가율	912.8	-53.7	-105.1	1,168.5	66.3
수익성지표(%)					
배당수익률	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
ROE	-16.0	-7.0	0.4	5.4	8.4
ROA	-5.0	-1.9	0.1	1.4	2.1
ROIC	-10.2	-3.8	0.3	3.0	5.1
안정성지표(%)					
부채비율(%)	183.2	196.3	209.9	216.1	226.2
순차입금 비율(%)	100.3	112.3	113.2	92.1	86.7
이자보상배율(배)	-0.5	-0.7	1.4	1.6	2.0
활동성지표(배)					
매출채권회전율	5.7	6.9	9.0	7.4	7.5
재고자산회전율	3.2	2.7	2.7	3.1	4.2
총자산회전율	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5

*주당지표 및 밸류에이션은 지배주주순이익 및 지배주주지분 기준

재무상태표

(십억원)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
유동자산	10,883	12,637	16,629	17,820	21,367
현금및현금성자산	2,184	2,470	3,512	6,933	8,918
유가증권	127	195	184	198	226
매출채권	2,305	1,543	2,295	2,469	2,823
재고자산	4,258	5,680	7,148	4,463	5,104
비유동자산	19,154	20,507	21,693	23,017	23,789
유형자산	10,727	11,182	11,675	12,830	13,211
무형자산	1,756	1,846	1,846	1,803	1,766
투자자산	5,434	5,876	6,322	6,393	6,536
자산총계	30,037	33,144	38,322	40,837	45,156
유동부채	11,708	12,736	16,959	18,181	20,659
매입채무및기타채무	2,610	2,709	3,281	3,530	4,037
단기차입금	5,110	6,320	9,212	9,913	11,335
유동성장기부채	1,189	805	905	905	905
비유동부채	7,722	9,223	8,999	9,737	10,656
사채	2,191	2,176	2,125	2,755	3,455
장기차입금	4,231	5,676	5,158	5,158	5,158
부채총계	19,430	21,959	25,957	27,917	31,315
지배주주지분	9,450	9,101	9,922	10,477	11,399
자본금	889	889	1,169	1,169	1,169
자본잉여금	1,562	1,771	1,794	1,794	1,794
자본조정등	546	546	-147	-147	-147
기타포괄이익누계액	2,320	2,452	2,938	2,938	2,938
이익잉여금	4,132	3,443	3,471	4,026	4,948
비지배주주지분	1,157	2,084	2,443	2,443	2,443
자본총계	10,607	11,185	12,365	12,919	13,842
비이자부채	6484	6727	8261	8890	10166
총차입금	12,946	15,232	17,696	19,027	21,149
순차입금	10,634	12,566	14,001	11,897	12,005

현금흐름표

(십억원)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
영업활동 현금흐름	638	-655	-385	4,264	1,459
당기순이익	-1,369	-615	49	555	922
비현금성 비용 및 수익	1,942	1,432	1,505	1,377	1,383
유형자산감가상각비	649	720	863	945	1,019
무형자산상각비	66	64	52	43	37
운전자본변동	94	-1,395	-1,535	2,805	-396
매출채권등의 감소	-274	471	-600	-175	-354
재고자산의 감소	-474	-1,464	-1,191	2,684	-640
매입채무등의 증가	688	320	516	250	506
기타 영업현금흐름	-29	-77	-404	-473	-450
투자활동 현금흐름	-3,287	-1,749	-1,762	-2,495	-2,245
유형자산의 증가(CAPEX)	-3,398	-2,010	-1,091	-2,100	-1,400
유형자산의 감소	54	39	8	0	0
무형자산의 감소(증가)	-21	-6	-2	0	0
투자자산의 감소(증가)	-348	-68	30	-31	-63
기타	426	296	-707	-364	-782
재무활동 현금흐름	2,676	2,714	3,081	1,652	2,772
차입금의 증가(감소)	2,688	2,269	208	0	0
자본의 증가	0	0	280	0	0
기타	-12	445	2593	1652	2772
기타 및 조정	199	-24	107	0	-1
현금의 증가	226	286	1,041	3,421	1,985
기초현금	1,958	2,184	2,470	3,512	6,933
기말현금	2,184	2,470	3,512	6,933	8,918

Compliance Notice

동 자료에 게재된 내용들은 외부의 압력이나 부당한 간섭없이 본인의 의견을 정확하게 반영하여 작성되었음을 확인합니다.
 동 자료는 기관투자자 또는 제3자에게 사전 제공한 사실이 없습니다.
 동 자료는 조사분석자료 작성에 참여한 외부인(계열회사 및 그 임직원등)이 없습니다.
 조사분석 담당자 및 배우자는 해당종목과 재산적 이해관계가 없습니다.
 동 자료에 언급된 종목의 지분을 1%이상 보유하고 있지 않습니다.
 당사는 상기 명시한 사항 외 고지해야 하는 특별한 이해관계가 없습니다.

종목명	담당자	담당자(배우자) 보유여부			1%이상 보유여부	유가증권 발행관련	계열사 관계여부	공개매수 사무취급	IPO	회사채 지급보증	중대한 이해관계	M&A 관련
		수량	취득가	취득일								
해당 사항 없음												

투자이견 안내 (투자기간 12개월)

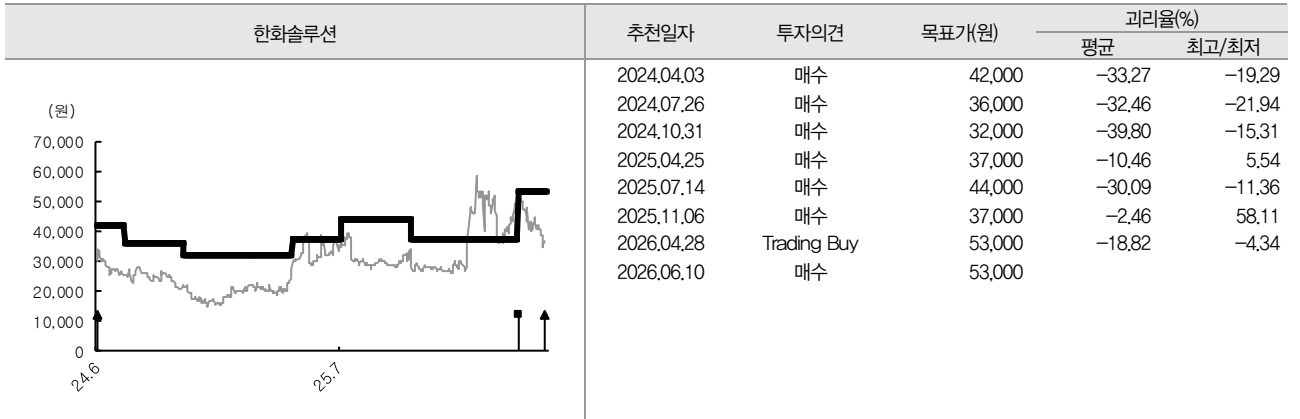
종목 투자이견 (절대수익률 기준)			
매수 15% 이상	Trading Buy (중립) 0%~15%	중립 -15%~0%	축소 -15% 이상 하락
업종 투자이견 (상대수익률 기준)			
비중확대 +10% ~	중립 -10% ~ +10%	비중축소 ~ -10%	

투자등급 통계 (2025.04.01~2026.03.31)

투자등급 구분	건수	비율(%)
매수	139	92.7
Trading Buy (중립)	10	6.7
중립	1	0.7
매도	0	0

최근 2년간 주가 그래프 및 목표주가(대상 시점 1년) 변동 추이

(▲) 매수, (■) Trading Buy (중립), (●) 중립, (◆) 축소, (■) Not Rated / 담당자 변경





IBKS Research Center

성명	직급	담당업종	전화	이메일
용대인	전무(부문장)	총괄	6915-5400	daeinyong@ibks.com
이승훈	상무대우(본부장)	AI/인터넷/게임	6915-5680	dozed@ibks.com

투자분석부

변준호	연구위원	Strategy	6915-5670	ymaezono@ibks.com
정용택	수석 Economist	Economy	6915-5701	ytjeong0815@ibks.com
김인식	연구위원	자산배분/ETF	6915-5472	kds4539@ibks.com
정형주	연구위원	채권/크레딧	6915-5654	hj.jeong@ibks.com

기간산업분석부

이동욱	연구위원	에너지/소재	6915-5671	treestump@ibks.com
남성현	연구위원	유통·식자재/지주	6915-5672	rockrole@ibks.com
이현욱	연구원	자동차/2차전지	6915-5659	hwle1125@ibks.com
오지훈	연구원	조선/기계	6915-5662	jihoonoh@ibks.com

혁신기업분석부

김운호	연구위원	IT/반도체	6915-5656	unokim88@ibks.com
김태현	연구위원	음식료/유틸리티/통신	6915-5658	kith0923@ibks.com
조경진	연구위원	해외주식	6915-5464	ckjins@ibks.com
조정현	연구원	건설/부동산	6915-5660	controlh@ibks.com

코스닥리서치센터

이건재	연구위원	소재·부품·장비/스몰캡	6915-5676	geonjaelee83@ibks.com
정이수	연구위원	제약/바이오	6915-5677	ysjeong306@ibks.com
강민구	연구원	IT/디스플레이/미드·스몰캡	6915-5473	kmg@ibks.com
김혜빈	연구원	로봇	6915-5669	hyebhinkim@ibks.com
유창근	연구원	헬스케어	6915-5686	ucck0726@ibks.com

“국민과 중소기업에 필요한 참 좋은 IBK투자증권”



IBK기업은행 금융그룹

서울특별시 영등포구 여의도동 국제금융로 6길 11
대표번호 02-6915-5000
고객지원부 1588-0030, 1544-0050

IBKS Family Office	02) 536-4070	IBK WM센터 대구	053) 752-3535
영업부	02) 6915-2626	IBK WM센터 광주	062) 382-6611
강남센터	02) 2051-5858	IBK WM센터 일산	031) 904-3450
강남역 금융센터	02) 532-0210	IBK WM센터 판교	031) 724-2630
분당센터	031) 705-3600	IBK WM센터 평촌	031) 476-1020
IBK WM센터 강남센터럴	02) 556-4999	IBK WM센터 천안	041) 569-8130
IBK WM센터 목동	02) 2062-3002	IBK WM센터 부산	051) 741-8810
IBK WM센터 도곡	02) 2057-9300	IBK WM센터 창원	055) 282-1650
IBK WM센터 한남동	02) 796-8500	IBK WM센터 울산	052) 271-3050
IBK WM센터 중계동	02) 948-0270	IBK WM센터 시화공단	031) 498-7900
IBK WM센터 반포자이	02) 3481-6900	IBK WM센터 남동산단	032) 822-6200
IBK WM센터 동부이촌동	02) 798-1030		