

태양광 산업전략 생산 규모에서 국내 가치와 공급 회복력으로

2026-10-05 서술형 개정. 사례의 관측·발표 시점은 출처에 표시했다. 연구·정책의 권고는 작성자의 제안이며 아직 수행하지 않은 연구의 결과와 구분한다.

1. 보급이 늘어도 산업의 위치는 따로 물어야 한다

태양광 발전설비가 늘면 설치·운영·정비의 기반이 커지지만 그 사실만으로 국내 제조기업의 경쟁력이 강화됐다고 판단할 수는 없다. 기존 자료의 2025년 국내 계통연계 설비 30.35GW는 보급의 관측이다. 한편 IEA PVPS의 2024년 생산지 기준 모듈 생산 비중은 중국 86.5%, 한국 0.5%로 제시돼 있다. 두 관측은 다른 해와 범위의 질문에 답하며, 설치된 제품의 국적이나 기업별 가치귀속을 직접 설명하지 않는다. DATA R4

산업전략의 출발점은 이 차이를 인정하는 것이다. 국내 공장 규모를 늘리는 선택과 소재·장비·설계·서비스의 기능을 강화하는 선택은 다른 비용과 위험을 가진다. 해외 생산을 하는 국내 기업이 어떤 연구와 소득을 국내에 남기는지도 따로 확인해야 한다. 어느 한 지표를 산업 전체의 성공이나 실패로 읽으면 투자할 기능을 정확히 찾기 어렵다.

본 보고서는 먼저 국내 가치가 어디에서 발생하는지 추적하고, 다음으로 어떤 공급 연결이 충격에 취약한지 살핀 뒤 제조·서비스·순환의 투자대안을 비교한다. 목표는 모든 공정을 국내에 두는 것이 최적이라는 전제를 확인하는 데 있지 않다. 국내에 축적할 가치와 대체하기 어려운 기능을 근거로 선택하는 데 있다.

2. 생산지와 기업 국적 사이에 있는 실제 활동

2.1 같은 제품에도 여러 지역의 기여가 들어간다

완제품이 생산된 장소, 기업의 소유, 소재와 장비의 구매처, 연구인력과 설계권의 위치는 서로 다를 수 있다. 생산지 통계는 그중 하나의 단면을 보여준다. 기업 투자계획도 향후 의도와 범위를 설명하지만 실제 집행과 가동, 국내 부가가치의 확정치가 아니다. 한화큐셀의 파일럿 투자 발표를 읽을 때도 계획과 완료를 구분해야 한다. R5

국내 가치의 연구는 이 활동들을 구체적인 품목과 기능으로 나누어야 한다. 단순 조립 매출과 핵심 장비·소재의 공급, 연구·설계, 운영·정비의 수입을 같은 산업매출에 합치면 무엇이 남는지 알기 어렵다. 반대로 완제품 점유율만 보면 다른 기능의 성과를 누락할 수 있다. 기존 산업분류가 태양광 전용이 아니라면 해당 코드의 매출 전체를 태양광으로 배정하지 않는다.

2.2 첫 연구는 기능별 가치의 흐름을 복원한다

기업의 사업부·품목별 매입과 매출, 국내 고용과 연구, 수입 중간재와 관계회사 거래를 연결하도록 제안한다. 같은 가치가 여러 기업의 매출에 반복되는 부분과 국내에서 새로 생긴 부가가치를 구분해야 한다. 기업사례는 무역·산업연관자료와 대조하되 표본에 없는 기업을 자동으로 대표한다고 가정하지 않는다.

주 결과는 기능별 국내 부가가치의 범위와 추정오차, 지속되는 연구·고용, 고객과 공급처의 집중이다. 자료가 부족하면 하나의 정밀한 국산화율보다 확인된 부분과 미확정분을 제시하는 편이 유용하다. 기업 국적에 따른 귀속과 생산지역에 따른 귀속을 각각 보여주면 서로 다른 정책질문을 혼동하지 않을 수 있다.

이 연구에서 국내에 지식과 소득이 지속적으로 남는 기능이 확인되면 해당 기능의 시험·인력·연구를 우선 검토한다. 높은 매출에도 수입 중간재 비중과 내부거래가 커 국내 축적이 제한적이라면 제품 규모의 확대만으로 해결할 수 있는지 다시 묻는다. 결과물은 산업지도에 더해 어떤 기능을 왜 지원대상으로 삼을지 설명하는 기준이어야 한다.

3. 공급망 위험은 수입액의 크기만으로 정해지지 않는다

3.1 비싼 품목과 대체하기 어려운 품목

수입액이 큰 품목은 경제적으로 중요할 수 있지만 공급 중단 때 가장 큰 손실을 만드는 품목과 반드시 같지는 않다. 구매금액이 작아도 대체제품을 승인하는 데 오래 걸리거나 다른 공급자가 같은 원재료에 의존한다면 전체 생산의 제약이 될 수 있다. 이 관계는 개별 공급망에서 확인할 가설이며, 모든 품목에 동일하게 적용되는 판정은 아니다.

PEPPERONI의 소재·장비·기업 연결은 제품 성과가 여러 기능의 결합에서 나온다는 점을 읽는 사례다. 다만 참여기관의 수나 연결의 존재만으로 공급위험의 정도를 계산할 수는 없다. 실제 공급처와 공통 의존성, 품질승인, 리드타임과 재고를 확인해야 한다. PEPPERONI

3.2 두 번째 연구는 실제 대체의 시간과 비용을 잰다

대표 제품의 부품·장비 연결을 구성하고 과거의 납기 변경과 공급 차질, 대체시험을 추적하도록 제안한다. 구매자 면담은 문서에 없는 제약을 찾는 데 사용하되 실제 계약·검사·승인 이력과 대조한다. 한 공급자를 다른 공급자로 바꾸는 시나리오에서는 가격뿐 아니라 설계 변경, 재시험, 생산중단과 고객승인의 비용을 포함한다.

재고 확대, 복수조달, 대체설계, 국내 생산의 여러 대안을 같은 충격 시나리오에서 비교한다. 서로 다른 공급자가 같은 원재료나 물류에 의존한다면 겉보기의 다변화가 실제 위험을 얼마나 줄이는지 다시 계산해야 한다. 과거에 관측하지 않은 동시 충격은 사실처럼 제시하지 않고 시나리오와 민감도로 구분한다.

대체시험이 병목이면 생산시설 신설보다 상호검증과 설계의 유연성을 연구할 수 있다. 공급자가 부족하고 대체가 실제로 어렵다면 해당 기능의 연구·생산역량을 단계적으로 검토한다. 전략적 취약성이 확인되지 않은 품목까지 일괄 자

립 대상으로 삼으면 비용이 커질 수 있다. 최종 산출물은 취약한 연결과 대체에 필요한 시험, 조달대안의 비용을 함께 설명해야 한다.

4. 제조 확대와 다른 산업기회를 같은 조건에서 비교한다

4.1 보급 기반이 만드는 서비스의 가능성

이미 설치된 설비는 운영·검사·정비·교체의 대상이 된다. 다만 설치량이 크다는 사실이 곧 수익성 있는 서비스시장이 존재한다는 뜻은 아니다. 누가 고장을 발견하고 비용을 지급하며 어떤 성과를 검수하는지가 정해져야 거래가 된다. 제주 운영자료는 실제 활용과 제약을 질문하게 하지만 전국의 동일한 서비스 수요를 입증하지는 않는다. DATA R11

순환 분야도 같은 구조를 가진다. 회수와 처리의 연결이 존재해도 적격 원료의 구매가 안정적이지 않으면 설비투자의 가치가 달라진다. ROSI 사례를 국내 전략으로 옮길 때는 처리기술의 도입뿐 아니라 반입·품질·구매의 책임을 확인해야 한다. ROSI

4.2 세 번째 연구는 투자대안의 순위가 바뀌는 조건을 찾는다

제조 증설, 고부가 소재, 신뢰성 서비스, 순환체계의 대안을 같은 자원 제약 아래 비교하도록 제안한다. 앞선 가치지도와 공급망 연구를 입력으로 사용하고 실제 고객 수요와 계약을 반영한다. 각 대안의 단계투자, 민간의 추가부담, 실패 시 회수가능성과 다른 용도로 전환할 수 있는 정도를 분석한다. 단순히 예상 매출이 큰 대안을 고르지 않는다.

가격·수요·금리·가동률의 조합을 바꾸어 결론이 어디서 뒤집히는지 보여주는 것이 중요하다. 미래를 하나의 숫자로 고정하면 불확실한 전제 위에서도 정밀한 순위가 나올 수 있다. 여러 합리적인 시나리오에서 유리한 소규모 검증과 특정 낙관 시나리오에서만 유리한 대규모 증설을 구분해야 한다.

수요와 가동률에 매우 민감한 투자는 확정 계약이나 단계별 이용증거를 다음 단계의 조건으로 제안한다. 공통 시험·인력처럼 여러 대안에서 활용되는 기능은 그 실제 수요와 추가성을 확인한 뒤 먼저 검토할 수 있다. 결과물은 단일 산업 전망보다 전략별 채택조건과 중단·전환조건, 그 판단을 바꾸는 후속 연구의 목록이어야 한다.

5. 산업정책이 부담할 위험과 민간이 검증할 위험

산업전략에서는 민간이 부담하기 어려운 모든 위험을 공공이 대신 부담해야 한다고 결론낼 수 없다. 여러 기업이 공동으로 사용하는 지식·시험·인력의 부족과 개별 기업의 수요예측 실패는 다른 문제다. 정부지원이 기존 투자를 단순히 대체하는지, 추가적인 연구와 역량을 만드는지 확인해야 한다. 앞선 세 연구는 이 구분을 실제 기능과 거래의 자료로 검토하는 기반이 된다.

지원조건에는 국내에 남길 활동의 범위와 검증방법을 구체화할 필요가 있다. 국내 생산이라는 명칭만으로 연구와 지식 축적을 보장할 수 없고, 해외 공급이라는 이유만으로 국내 편익을 배제할 수도 없다. 품목·설계·연구·고용·서비스의 실제 활동을 기준으로 판단하고, 조건을 이행하지 못했을 때 수정할 대안을 함께 마련해야 한다.

환경과 순환의 성과도 비용 바깥에 남겨두지 않는다. 제조비만 낮추는 선택이 에너지·재료·폐기 부담을 늘리는지 살펴야 한다. 비교의 경계와 자료가 충분하지 않다면 그 영향을 확정 수치로 채우지 않고 의사결정의 민감도와 추가 측정 대상으로 제시한다. 경제성과 환경성을 모두 단일 점수로 합칠 경우에는 가중치가 결론을 얼마나 바꾸는지 별도로 보여줘야 한다.

6. 어떤 순서로 연구하고 투자할 것인가

먼저 품목·기능의 범위를 확정하고 국내 가치와 실제 대체역량을 연구하도록 제안한다. 두 연구는 서로 자료를 공유할 수 있지만 같은 개념을 측정하지는 않는다. 가치가 큰 기능과 취약한 기능이 일치할 때도 있고 다를 때도 있으므로 두 결과를 구분해 읽어야 한다. 9-24개월 안팎의 조사·분석을 기획하되 기업자료의 접근과 검증가능성에 맞춰 세부 일정을 정한다.

이후 투자대안 연구에서는 무엇을 더 알아야 결정을 바꿀 수 있는지 검토한다. 수요가 불확실하면 대규모 공장을 먼저 짓기보다 고객 검수와 유상 실증을, 대체의 기술적 문제가 불확실하면 대체시험과 공정연구를 먼저 수행할 수 있다. 이미 충분히 알려진 조건을 반복 조사하기보다 결정에 민감한 불확실성을 줄이는 데 연구자원을 배분하는 접근이다.

최종 권고는 국내 생산 규모를 무조건 확대하거나 제조를 포기하는 양자택일이 아니다. 확인된 국내 가치와 공급기능을 중심으로 기술·인력·검증을 강화하고, 수요에 민감한 설비투자는 단계화하며, 서비스와 순환은 실제 구매조건을 검증하는 것이다. 이러한 선택이 타당한지 계속 검토하려면 연구결과와 반례, 계약의 이행을 같은 기능 단위로 추적해야 한다.

근거와 관측범위

본문의 사례와 수치는 기존 원고에서 확인한 당시의 관측·발표를 사용한다. 이번 개정은 서술과 논증의 개정이며 각 사례의 최신 상태를 새로 조사한 결과가 아니다. 아래 설명은 출처가 뒷받침하는 범위이며, 연구와 정책의 제안은 본문의 해석과 조건부 권고다.

PEPPERONI PEPPERONI: 탠덤 모듈의 산업 파일럿

2022-2026 · 출처

EU 기여금 12,950,825유로, 총사업비 17,020,325유로. 산업규모 모듈·제조·수명·환경안전 목표를 결합한다.

26% 효율·30년 수명은 사업목표이며 달성 실적이 아니다. 등록 담당기관과 참여기업을 구분한다.

ROSI Soren의 ROSI·Envie 재활용 사업자 선정

2021-07-08 · 출처

생산자책임기부 Soren이 ROSI·Envie의 실리콘·은 회수 방식을 선정했다고 기업이 발표했다.

사업자 선정은 처리 물량·회수율·수익성의 실측 결과와 다르다.

R4 2024년 세계 모듈 생산지 분포

2025 보고서 / 2024 관측 · 출처

IEA PVPS, Trends 2025 — 2024년 세계 모듈 생산지 분포, 인쇄59쪽·그림4.11. 기업 국적별 세계 생산량과 구분.

기관 자료와 기업 발표를 구분; 같은 원천의 재인용은 독립 증거로 세지 않음

R5 진천 탠덤 파일럿 1억 달러 투자 발표

2023-05-17 · 출처

Qcells, 2023.05.17 — 진천 탠덤 파일럿 1억 달러 투자 발표. 투자 계획이며 완료 집행액 아님.

기관 자료와 기업 발표를 구분; 같은 원천의 재인용은 독립 증거로 세지 않음

R11 2024년 연간 제주지역 전력계통 운영실적

2025-02 / 2024 관측 · 출처

전력거래소, 2025.02 — 2024년 연간 제주지역 전력계통 운영실적, 인쇄12쪽. 재생에너지 입찰제 참여기의 출력 감소가 제어 실적에서 제외된다는 주석을 반영.

기관 자료와 기업 발표를 구분; 같은 원천의 재인용은 독립 증거로 세지 않음

DATA IRENA2026 H1 계통연계 설비·2025 WoS 보유 Article 집계

2025 관측·2026-09-21 재확인 · 출처

한국 태양광30.35GW/Article1,014편·국제공동520편; 풍력2.45GW/Article164편·국제공동71편. 논문은 보유 수집본이며 설비는계통연계·풍력전체다.

국가 전체 논문·기술순위·제조능력·정책 인과효과로 사용하지 않음.

전체 서술형 보고서 · 질문별 보고서 선택