

# 태양광 사업화 실증 참여가 반복구매로 이어지는 조건

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

## 1. 기술이 작동했다는 사실 다음의 질문

새로운 태양광 기술을 시험해 전력을 생산했다는 사실과 고객이 그 기술을 반복해서 구매한다는 사실은 다르다. 실증에는 연구 목적의 지원과 위험분담이 포함될 수 있지만 실제 구매에서는 고객이 운영·고장·교체의 책임과 비용을 감당해야 한다. 초기기업의 사업화를 진단하려면 실증의 횟수보다 그 뒤 고객이 무엇을 확인하고 어떤 이유로 구매하거나 거절했는지를 살펴야 한다.

기존 자료에는 파일럿과 공동개발, 상용 공급 발표, 회수·재생원료의 연결이 등장한다. 이 사례들은 사업화 경로를 이해하는 근거지만 모든 참여기업의 지속적인 수익을 보여주지는 않는다. 공급 발표의 시점과 품목·범위를 유지하고 그것을 산업 전체의 수요로 확대하지 않아야 한다. PEPPERONI R10 ROSI

본 보고서는 구매의 불확실성, 보증과 현금흐름, 재사용 제품의 신뢰를 차례로 분석한다. 공공지원의 대상도 기업 나이나 매출규모만으로 정하기보다 어느 거래단계의 불확실성을 줄여야 하는지에 맞춰야 한다. 세 연구는 고객이 실제 비용을 지불하는 조건과 공급자가 그 약속을 지속적으로 이행할 조건을 함께 밝히는 데 목적을 둔다.

## 2. 고객은 성능 외에 무엇을 구매하는가

### 2.1 시험성적과 고객의 사용조건 사이

제조사가 제시하는 효율과 시험성적은 구매자의 판단에 중요하다. 그러나 고객은 기존 설비와의 호환, 시공과 정비, 고장 때의 책임, 대체품 공급도 확인한다. 연구시험에서 좋은 결과를 얻었더라도 자신의 사용조건에서 결과를 신뢰할 수 없으면 구매를 미룰 수 있다. 이때 판매 부진의 원인을 곧바로 기술성능의 부족으로 정하면 추가 연구의 방향이 어긋날 수 있다.

한화큐셀의 성능과 인증 발표는 특정 기술의 검증 진전을 읽는 자료다. 인증의 대상과 범위를 유지한 채 고객이 추가로 요구하는 검수와 보증이 무엇인지 확인해야 한다. 제품의 기술적 검증과 모든 거래위험의 해소는 같은 사건이 아니다.

R1 R2

## 2.2 구매를 미루는 이유를 서로 다른 원인으로 나눈다

고객이 구매하지 않는 이유는 성능 미달, 가격과 총비용의 불리함, 검수결과에 대한 불신, 보증 이행의 불확실성, 기존 제품을 바꾸는 비용 등으로 나뉘볼 수 있다. 이것은 실제 연구에서 구분할 가설이며 각 원인의 중요도가 이미 확인됐다는 뜻은 아니다. 구매자 면담과 실제 제안·시험·계약 기록을 대조해 어떤 설명이 맞는지 확인해야 한다.

공급자만 인터뷰하면 자신의 기술을 충분히 인정받지 못했다는 설명이 강조될 수 있고, 구매자만 보면 새 기술의 학습 비용을 공급자에게 모두 떠넘기는 조건을 놓칠 수 있다. 양측의 자료와 거절·취소 사례를 함께 보아야 한다. 구매의향이 있다는 응답과 실제 주문은 분리하고, 무상 제공을 매출로 계산하지 않는다.

## 3. 첫 번째 연구 유상 실증에서 반복주문까지 추적한다

---

### 3.1 거래의 과정을 관측단위로 삼는다

동일 용도의 실증 프로젝트를 모집해 고객 제안, 시험, 가격협상, 검수, 유상 구매, 반복주문까지 사건별로 추적하도록 제안한다. 기술과 고객의 조건이 다른 프로젝트를 단순 평균내지 않고 기존 제품과 사용환경, 구매규모를 함께 기록한다. 제품의 성능이 충분한데도 거래가 멈춘 사례와 성능 자체가 미달한 사례를 구분해야 후속 지원을 선택할 수 있다.

주 결과는 실증 이후 실제 유상 전환과 소요시간, 반복주문, 반품과 고객집중이다. 구매자와 공급자의 설명을 계약·송장·검수자료로 확인하고, 고객이 이탈한 경우도 추적한다. 처음부터 구매가능성이 높은 고객만 참여했다면 그 범위를 밝히고 다른 고객군에 대한 일반화를 제한한다. 실증이 유상 구매를 만들었다는 인과판정은 적절한 비교가 있을 때만 검토한다.

### 3.2 연구결과에 따라 지원의 종류를 바꾼다

제품성능은 충족하지만 보증의 불확실성이 반복적으로 확인된다면 신뢰성 검증과 서비스 체계가 우선이다. 고객의 총비용이 기존 대안보다 높다면 판매보조보다 제품 또는 용도를 다시 설계할 필요가 있다. 단순한 정보 부족이라면 검수 결과의 설명과 공통규격을 개선할 수 있다. 원인이 다르면 같은 사업화 지원금도 다른 방식으로 사용되어야 한다.

이 연구의 결과물은 용도별 구매조건과 실증 계약안, 후속 지원을 확대하거나 중단할 근거다. 초기기업·실제 구매자·사업화 연구팀이 함께 12-24개월의 추적을 기획하되 반복구매 주기가 더 길다면 관측을 연장해야 한다. 중요한 것은 짧은 기간에 구매를 독촉해 성과를 만드는 것이 아니라 자연스러운 구매결정에서 무엇이 달라졌는지 확인하는 일이다.

## 4. 두 번째 연구 성장과 자금 부족이 함께 나타나는 이유

---

### 4.1 주문은 현금유입의 시점과 같지 않다

초기기업은 승인시험과 시제품, 소재와 재고에 비용을 먼저 지출할 수 있다. 검수와 대금 지급이 늦어지면 주문이 있어도 자금이 부족해질 수 있고, 보증을 길게 제공하면 미래의 교체·수리 부담이 커질 수 있다. 이것은 개별 기업의 재무상태를 단정하는 설명이 아니라 계약과 기술위험을 함께 분석해야 하는 이유다.

판매를 늘리는 전략이 언제나 지속가능성을 높이지 않는다는 점이 중요하다. 매출 확대에 필요한 재고와 운전자금이 더 빠르게 늘거나 고장비용이 뒤늦게 발생하면 성장은 현금부족을 심화할 수 있다. 사업화 연구는 예상 매출만 제시하지 않고 제품의 고장과 거래조건이 실제 현금흐름에 어떤 영향을 주는지 검토해야 한다.

### 4.2 품질위험과 지급조건을 하나의 모형으로 본다

제품 고장 시나리오와 계약금·중도금·잔금, 재고와 소재구매를 결합한 현금흐름 모형을 제안한다. 기준은 실제 계약과 비용자료이며, 아직 확정되지 않은 보험·보증·대출을 이용 가능한 것으로 가정하지 않는다. 고장률과 수리비를 모르면 합리적인 범위를 두고 결과가 어디서 바뀌는지 민감도를 분석한다. 불확실한 값을 정밀한 단일 예측처럼 제시하지 않는다.

최대 자금 부족액과 대금회수기간, 고장 시 손실분포를 고객의 구매 전환과 함께 비교한다. 공급자가 감당하기 어려운 보증을 제시해야만 거래가 성립한다면 계약범위나 제품을 다시 설계해야 할 수 있다. 지급조건을 조정하면 자금위험이 구매자에게 이동할 수 있으므로 양측의 비용과 이행가능성을 함께 검토한다. 공적 보증은 위험을 없애는 수단이 아니라 누가 부담하는지를 바꾸는 수단이라는 점을 평가에 반영한다.

### 4.3 연구가 제안해야 할 계약과 투자 순서

성장 시나리오에서 현금부족이 급격히 커진다면 양산 확대보다 지급·보증 조건을 먼저 조정하도록 제안한다. 고장의 불확실성이 지배적이라면 신뢰성 시험과 제한된 사용범위의 검증이 선행되어야 한다. 반대로 비용과 책임이 관리 가능하고 실제 주문이 확인되면 단계적으로 생산을 늘리는 근거가 된다.

결과물은 계약별 위험모형, 보증을 뒷받침할 시험요건, 단계별 자금계획이다. 금융·보증기관은 가능한 구조를 검토할 수 있지만 참여확약이나 조건을 본 보고서에서 대신 정하지 않는다. 9-18개월의 연구를 기획한 뒤 실제 계약의 관측 주기에 맞춰 수정하도록 제안한다. 이 과정은 금융상품을 추천하는 것이 아니라 사업화의 기술·계약·자금 관계를 검증하는 연구다.

## 5. 세 번째 연구 재사용 제품의 신뢰는 어떻게 만들어지는가

---

### 5.1 싼 제품과 판단 가능한 제품의 차이

재사용 모듈의 구매자는 가격뿐 아니라 남은 성능, 안전, 과거 사용과 철거·운송 이력, 고장 시 책임을 확인해야 한다. 가격을 낮춘다고 숨은 결함과 책임의 불확실성이 모두 해소되지는 않는다. 회수와 처리의 연결, 회수 실리콘의 연구는 순환의 가능성을 보여주지만 재사용 모듈의 구매규격과 보증을 직접 입증하지는 않는다. ROSI RECYCLED\_SI

재사용과 소재 재활용도 서로 다른 선택이다. 어떤 제품은 안전과 성능을 확인해 다시 쓸 수 있고, 어떤 제품은 검사·운송·보증의 비용 때문에 재활용 경로가 더 적절할 수 있다. 이 판단을 위해서는 회수물 전체를 하나의 평균 제품으로 보지 않고 철거 사유와 이력이 다른 로트를 구분해야 한다.

### 5.2 검사와 거래를 연결해 검증한다

로트별 전기안전과 출력분포, 이력의 완전성, 검사비와 운송비를 확인하고 신규 제품 및 재활용 대안과 같은 비용경계에서 비교하도록 제안한다. 시험기관 간 판정이 일치하는지와 부적합품을 놓치는 비용도 평가한다. 검사 성적이 같아 보여도 실제 구매자가 요구하는 보증과 사용환경이 다르면 적용범위는 달라질 수 있다.

안전상 사용할 수 있는 범위에서 구매자의 시험과 실제 거래, 반품과 불만을 추적한다. 목표는 판매량 자체보다 등급과 이력정보가 거래의 불확실성을 줄이는지 밝히는 것이다. 안전·이력 기준에 미달한 제품은 가격과 무관하게 대상에서 제외하고, 검사비가 재사용의 편익을 초과하면 분류와 재활용을 선택할 수 있다. 결과물은 검증된 용도별 구매규격의 후보와 검사·추적 절차다.

## 6. 사업화 지원은 어느 단계에 개입해야 하는가

---

세 연구는 각각 고객의 선택, 공급자의 이행능력, 제품정보의 신뢰를 다룬다. 결과에 따라 지원은 공통시험, 유상 실증, 계약 개선, 품질인력, 자료추적 등으로 달라질 수 있다. 설비 증설은 이러한 조건이 충족된 뒤의 선택 중 하나이며 모든 초기기업에 공통으로 필요한 첫 단계는 아니다.

우선 실제 구매자의 검수조건을 확인하는 연구를 착수하고 보증·현금흐름 연구를 병행하도록 제안한다. 재사용 제품은 안전과 이력검증이 가능한 로트에서 시작한다. 각 연구는 성공 거래뿐 아니라 취소·중단·거절의 이유를 보존하고, 다른 고객과 제품에서도 설명이 유지되는지 외부검증해야 한다. 표본은 접근이 쉬운 우수기업만으로 채우지 않는다.

최종 보고서는 “사업화 가능성이 높다”는 표현을 어떤 조건에서 누가 구매하고 누가 책임을 질 수 있는지로 구체화해야 한다. 거래가 지속되지 않는 이유가 기술에 있다면 기술연구를, 계약에 있다면 위험분담의 검증을, 수요에 있다면 용도와 제품의 재설계를 제안한다. 이 구분을 통해 진단은 지원의 필요성을 반복 주장하는 문서에서 다음 연구와 투자 순서를 정하는 문서로 바뀐다.

## 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.

### RECYCLED\_SI Fraunhofer-Reiling 재생 실리콘 셀

2022-02-07 · 출처

회수 실리콘으로 제작한 PERC 셀의 초기 효율19.7%를 발표했다.

재생원료100% 사용과 폐모듈 회수율100%는 다른 지표다. 최신 셀 대비 경제성은 미확정이다.

### 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.

### R1 M10 탠덤 셀 효율 28.6% 발표

2024-12-19 · 출처

한화큐셀, 2024.12.19 — M10 탠덤 셀 효율 28.6% 발표. 기업 발표의 시험 크기·검증기관·해외 제작 위치를 함께 반영.

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

## R2 탠덤 기술 IEC·UL 관련 인증 발표

2026-07-16 · 출처

Qcells, 2026.07.16 — 탠덤 기술 IEC·UL 관련 인증 발표. 기업 발표이며 대량생산·장기 현장 수명과 구분.

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

## R10 탠덤 모듈의 첫 상용 공급 발표

2024-09 · 출처

Oxford PV, 2024.09 — 탠덤 모듈의 첫 상용 공급 발표. 기업 발표.

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

전체 서술형 보고서 · 질문별 보고서 선택