발간등록번호
11-B552104-000037-14

TIPA이슈페이퍼-05

PoC에서 PoM까지 :

기술사업화 검증 구조와 사례

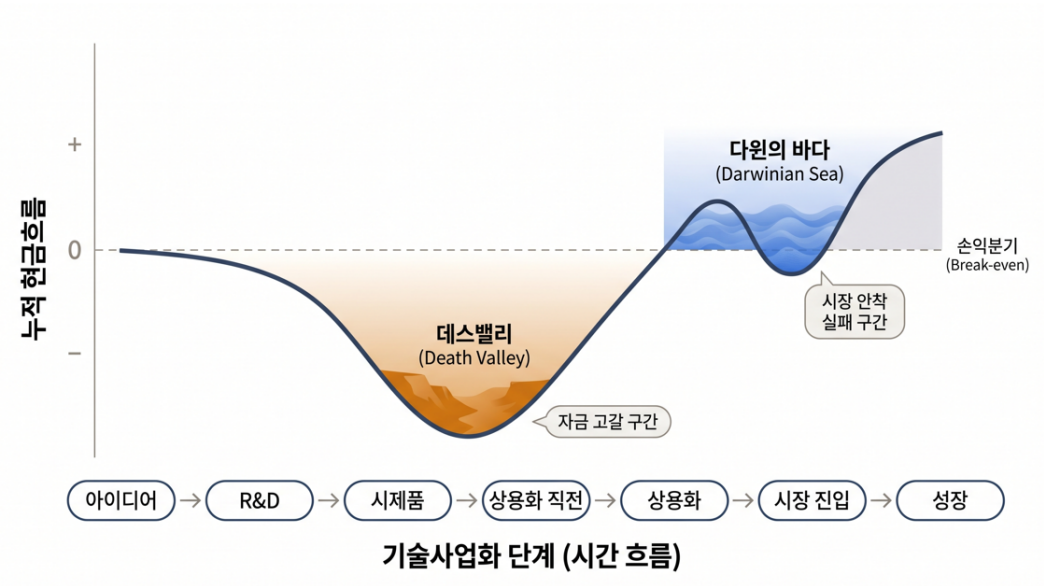
TIPA
중소기업기술정보진흥원
Korea Technology and Information Promotion Agency for SMEs

1. [연구 배경] PoC·PoM 검증 구조에 주목하는 이유

실험실에서 탄생한 기술이 시장에서 외면받는 일은 기술사업화 과정에서 흔히 마주하는 현실이다. 기업이 연구개발(R&D)의 문턱을 넘어 최종적인 사업화에 이르기까지, '기술이 실제로 구현되는가(PoC)'와 '시장이 이를 받아들이는가(PoM)'라는 두 질문은 언제나 중심에 자리한다.

이론적으로는 기술을 먼저 완벽히 구현(PoC)한 후 시장의 선택(PoM)을 받는 순차적인 단계를 밟으면 성공적인 사업화에 이를 것 같지만, 실제 비즈니스 현장에서 이 두 검증은 교과서적인 선형 모델로만 작동하지 않는다. 산업마다 규제 환경이 다르고, 기술이 시장을 끌고 가는 경우와 시장이 기술을 불러내는 경우가 다르며, 검증을 한 단계씩 마무리해 진행하는 방식과 반복하며 다듬어 가는 방식 또한 산업의 성격에 따라 갈라지기 때문이다. 데스밸리(Death Valley)를 건너 시장의 선택을 받은 기업들은 단순히 기술이 뛰어났던 것이 아니라 자신들이 처한 환경에 맞춰 PoC와 PoM 검증의 순서와 방식을 영리하게 설계한 전략가들이었다.

이 두 관문을 기업이 실제로 어떻게 통과하는지는, 개념에서 출발해 현장으로 나아가며 풀어 나간다. 먼저 PoC와 PoM이 각기 어떤 배경에서 태어났고 서로 어떻게 구분되는 개념인지를 분별하고(2장), 그 위에서 두 검증이 실제로 수행될 때 거치는 절차의 골격을 짚는다(3장). 같은 절차라도 산업과 기업의 조건에 따라 그 모습은 사뭇 달라지므로, 서로 다른 분야의 기업들이 이를 어떻게 다르게 풀어냈는지를 사례로 따라간다(4장). 이처럼 앞에서 본 이론적 검증과 현장의 사례를 비교하면서, 데스밸리를 건넌 기업들이 저마다의 조건에 맞는 연결 구조를 어떻게 설계하고 적용했는지 살핀다.



출처: [10] 재구성 / 이미지: 생성형 AI(Google Gemini) 활용

[그림1-1] 기술사업화 단계별 누적 현금흐름과 데스밸리·다윈의 바다

주요 용어 설명

- **데스밸리(Death Valley):** R&D를 마친 기술이 시제품·시험생산을 거쳐 상용화에 이르기까지 필요한 자금·인력·시간이 부족해 사업화로 넘어가지 못하고 좌초하는 단계
- **다윈의 바다(Darwinian Sea):** 상용화에 성공한 제품이 시장에 진입한 뒤 기존 제품·경쟁사·소비자 선택압에 부딪혀 살아남기 위해 치열한 생존 경쟁을 벌이는 단계

2. [개념 및 정의] PoC·PoM의 기원과 좌표

실험실의 기술이 시장에서 자리를 잡기까지 기업은 여러 단계를 거친다. 프로토타입(Prototype)을 만들어 보고, 최소 기능 제품(MVP)을 시장에 내놓고, 파일럿(Pilot)으로 현장에 적용해 보며, 제품이 시장에 들어맞는지(PMF)를 가늠한다. 이렇게 무언가를 만들고 그 결과를 판단하는 과정은 결국 두 가지 검증 활동, 곧 '기술이 실제로 구현되는가(PoC)'와 '시장이 그것을 받아들이는가(PoM)'를 확인하는 일이다. 기술사업화 현장에서 PoC와 PoM은 빈번하게 사용되는 용어이나, 실무적 맥락에 따라 그 경계가 혼용되기도 한다. 각 용어가 어디서 출발했는지 그 기원과 학술적, 실무적 맥락을 먼저 정리한 뒤, 기술성숙도(TRL)와의 관계를 살펴봄으로써 이후 장에서 다룰 사례 분석의 개념적 토대를 마련한다.

2.1. PoC·PoM의 기원과 확산

데스밸리(Death Valley)를 극복하기 위한 '기술 검증'과 '시장 검증'은 애초에 서로 다른 산업적 배경과 목적을 띠고 탄생한, 상이한 유전자(DNA)를 가진 개념이다. 기술사업화 과정 속에서 두 활동이 빈번하게 교차하고 있지만, 본래 이들은 각기 다른 불확실성을 해결하기 위해 고안되었다.

이처럼 PoC와 PoM은 출발점이 서로 달랐고, 등장한 시점도 같지 않았다. 실제로 두 검증 이전에, 사업에 자원을 투입할 가치가 있는지를 따지는 사업화 타당성 검증(Feasibility Study)이 먼저 자리를 잡았다. 이는 특정 기술 자체보다 사업안에 자원을 투입할 가치가 있는가를 따지는 투자·프로젝트 평가의 계보로, 대공황기인 1936년 미국 홍수통제법이 공공사업의 비용편익분석(CBA)을 의무화한 데서 출발해[32] 순현재가치(NPV)·내부수익률(IRR) 같은 투자 평가 기법으로 체계화되어 왔다. 1960년대 초 회계·경제학 분야에서 여러 투자안의 장단점을 따져 실행 가능성을 가늠하는 종합 평가로 용어가 등장하였고, 1978년 유엔공업개발기구(UNIDO)가 「산업 타당성 조사 작성 매뉴얼」을 발간하면서 국제 표준으로 확산되어 정부 R&D와 공공사업 평가의 기준으로 자리 잡았다[24]. 기술적 실현 가능성을 가리는 PoC는 1967년 무렵 공학·항공우주 분야에서 별도로 쓰이기 시작하였고, 시장의 수용 가능성을 묻는 PoM은 2000년대 들어 고객 개발과 린 스타트업 등 시장 검증 방법론이 축적되면서 그 흐름을 통칭하는 이름으로 자리 잡았다.

세 개념은 어느 하나에서 다른 하나가 갈라져 나온 것이 아니라 각자의 맥락에서 발전했지만, '대규모 자원을 투입하기 전에 위험을 먼저 확인한다'는 문제의식만큼은 공유한다. 다만 층위는 같지 않다. 사업화 타당성 검증이 기술, 시장, 수익성을 함께 묶어 사업 추진 여부를 판단하는 포괄 평가라면, PoC와 PoM은 그 가운데 기술적 실현 가능성과 시장 수용성이라는 두 축을 각각 떼어 독립된 검증 활동으로 정교화한 것에 가깝다. 본 절에서는 두 검증 활동의 역사적 기원과 좌표를 확인한다. 먼저 기술적 불확실성을 해소하기 위해 탄생한 PoC부터 살펴본다.

주요 용어 설명

- **프로토타입(Prototype)** : 시장에 내놓기 전, 구상한 **기술이 실제로 구현되는지** 만들어 확인하는 초기 기술 검증 모델로, TRL 단계에 따라 실험실(Lab), 유사환경(Engineering), 실제환경(System)으로 세분화되어 점진적으로 고도화
- **최소기능제품 (MVP, Minimum Viable Product)** : 핵심 기능만 갖춰 시장에 출시해, **고객이 원하는지**를 반응으로 학습하는 제품
- **파일럿(Pilot)** : 상용화 직전 실제 운영 환경에서 작동 안정성과 신뢰성을 **최종적으로 검증하기 위해 제작하는 시험용 제품**
- **PMF (Product-Market Fit, 제품-시장 적합성)** : 제품이 목표 시장의 실제 수요를 충족한 상태로, 시장 검증이 도달하고자 하는 지점(2007년 Marc Andreessen 등이 제안), 제품이 시장에 '맞아 들어가' 고객이 알아서 찾고 재구매·추천이 자연히 일어나기 시작하는 단계로, PoC·PoM·MVP를 거친 검증이 향하는 종착점에 해당
- **UNIDO (유엔공업개발기구, United Nations Industrial Development Organization)** : 개발도상국의 산업 발전을 지원하는 UN 산하 전문기구, 1978년 「산업 타당성 조사 작성 매뉴얼」을 발간해 타당성 조사를 국제 표준화함.

1) 기술 검증의 본질: PoC (Proof of Concept, 개념 증명)

PoC는 철저히 엔지니어링과 하드웨어 개발의 관점에서 출발했다. 1960년대 후반 미국 항공우주국(NASA) 등 막대한 자본이 투입되는 항공우주 및 하드웨어 개발 분야에서, 본 제품을 만들기 전 '새로운 개념의 실현 가능성을 입증'하기 위해 처음 정의되었다. 실패 비용을 줄이기 위해 이론적으로 제안된 아이디어가 현실의 물리 법칙 안에서 실제로 구동하는지를 사전에 확인하는 것이 목적이었다. 따라서 이 시기 PoC는 '프로토타입' 또는 '기술 시연(Technology Demonstration)'과 동의어에 가까웠으며, 외부 시장이나 고객 반응을 배제한 순수한 기술 내부 검증 활동의 성격을 띠었다[1].

이후 1980~90년대 IT와 제약·바이오 분야로 확산되며, 새로운 알고리즘이나 시스템 아키텍처를 테스트하는 파일럿 시스템 또는 알파 테스트나, 신약 후보물질이 세포 실험(In vitro) 또는 동물 실험(In vivo) 수준에서 효능을 확인하는 '비임상 개념 증명(Non-clinical PoC)'으로 제도화되었다[2].

2000년대 들어 개방형 혁신(Open Innovation) 패러다임이 확산되면서 PoC의 역할은 또 한 번 중대한 전환을 맞이한다[3]. 과거의 PoC가 조직 내부 R&D의 기술적 타당성을 묻는 '닫힌 검증'에 가까웠다면, 2000년대 이후에는 대기업이나 투자사가 외부 스타트업의 혁신 기술을 자사 비즈니스나 기존 레거시 시스템에 연동할 수 있는지를 확인하는 'B2B 협업의 필수 관문'으로 확장되었다. 특히 2010년대 이후 딥테크 산업의 부상과 함께, 데이터 기반의 DBTL(Design-Build-Test-Learn) 사이클이 핵심 검증 엔진으로 자리 잡으면서, 단순 시연을 넘어 잠재 고객사의 실제 데이터 및 현장 환경과의 정합성을 실증하는 상용 도입의 필수 관문으로 강화되었다[4].

이처럼 산업마다 PoC의 구체적인 형태는 다르게 나타나지만, 그 공통된 본질은 하나다. 현재 실무 현장에서 PoC는 "구상한 핵심 기술이나 아이디어가 이론대로, 혹은 실제 환경에서 기술적으로 구현 가능한가?"를 실험적으로 확인하는 활동을 통칭하는 용어로 확고히 정착되었다. 즉, 시장의 선호나 고객의 반응 자체를 확인하기보다는 "해당 기술이 고객의 현장 환경에서 정의된 문제를 실질적으로 해결할 수 있는가"라는 기술적 실현 가능성(Feasibility)의 입증이 PoC의 핵심적인 판단 기준이 된다.

주요 용어 설명

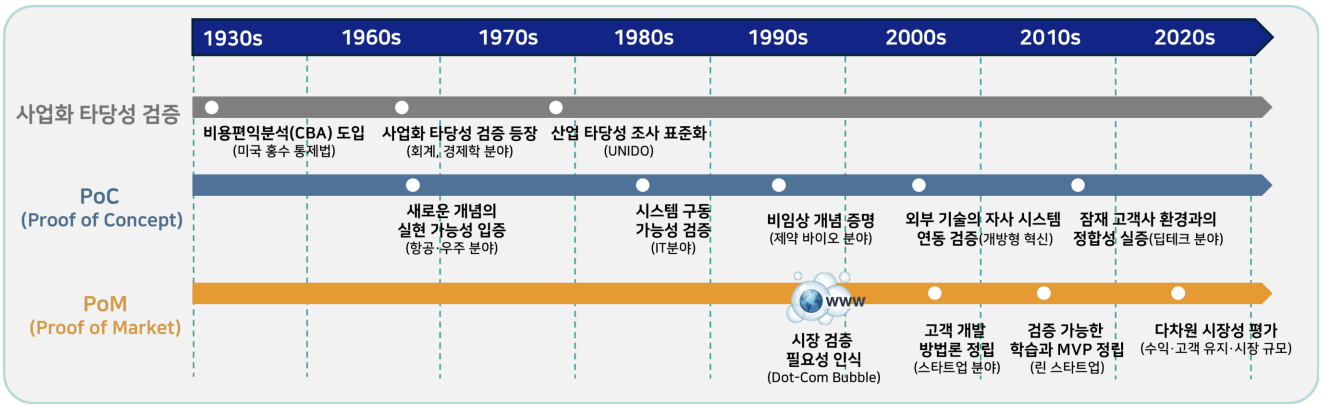
- **기술 시연 (Technology Demonstration)** : 본 제품을 만들기 전, 새로운 개념이 실제로 구동하는지 보여 실현 가능성을 입증하는 활동. 초기 PoC와 거의 같은 뜻으로 쓰임
- **비임상 개념 증명 (Non-clinical PoC)** : 신약 후보물질을 세포 실험(In vitro)·동물 실험(In vivo)에서 효능을 확인하는 단계. 인체 임상에 들어가기 전 단계의 PoC
- **개방형 혁신 (Open Innovation)** : 내부 R&D에만 기대지 않고 외부의 기술·아이디어를 끌어와 결합하는 혁신 방식
- **레거시 시스템(Legacy System)** : 기술의 발전이나 노후화로 인해 공식적인 지원이 종료되었거나 최신 환경과는 맞지 않지만, 기업이나 조직에서 비즈니스 운영을 위해 여전히 사용 중인 과거의 하드웨어, 소프트웨어, 또는 프로그래밍 기술
- **DBTL 사이클 (Design–Build–Test–Learn)** : 설계→제작→시험→학습을 빠르게 반복하며 기술을 검증·개선하는 데이터 기반 개발 루프. 딥테크 PoC의 핵심 검증 엔진

2) 시장 검증의 본질: PoM (Proof of Market, 시장 증명)

PoC가 기술의 구현 가능성에서 출발했다면, PoM은 벤처 투자와 비즈니스의 관점에서 파생했다. 닷컴 버블의 성장과 붕괴를 겪으면서, 기술적 완성도가 높은 제품이 시장에서 외면받는 현상이 반복되었다. 투자자와 창업자 모두 '좋은 기술'이 곧 '성공한 사업'이 아님을 학습하며 시장의 수용성을 먼저 확인해야 한다는 인식을 공유하며 형성되었다[5].

이러한 인식의 전환을 스티브 블랭크(Steve Blank)가 2003년 '고객 개발 방법론(Customer Development)'으로 체계화하였다[6]. 그는 제품 개발과 병행하여 고객이 직면한 문제와 지불 의향을 직접 확인하는 프로세스를 개발과 동등한 핵심 활동으로 제안하며, '제품 전에 시장을 만나라'는 원칙을 추진했다. 이어 에릭 리스(Eric Ries)는 2011년 '린 스타트업(Lean Startup)'을 통해 이 원칙을 '검증 가능한 학습(Validated Learning)'으로 연결하며, 최소 기능 제품(MVP)을 통한 시장 가설 검증을 방법론적으로 정립하였다[7][8]. 제품 개발 전후로 "고객이 실제로 이 문제를 겪고 있으며, 기꺼이 비용을 지불할 의향이 있는가?"를 묻는 시장 가설의 실증적 검증이 체계화된 것이다.

2010년대에 접어들면서 Y Combinator 등 실리콘밸리 엑셀러레이터들 역시 시장 검증(PoM)[8]을 투자 심사의 핵심 잣대로 삼기 시작하였으며, 현재 벤처 스타트업 생태계에서 사업성을 입증하는 광범위한 기준으로 확립되었다. 오늘날의 PoM은 단순한 지불 의향 확인에 그치지 않는다. '이 시장에 지속 가능한 비즈니스가 존재하는가?'를 증명하기 위해 신규 고객을 유치하는 비용보다 그들이 장기적으로 창출하는 수익이 큰지, 한 번 유입된 고객이 이탈하지 않고 꾸준히 서비스를 이용하는지, 그리고 현실적으로 확보 가능한 시장의 규모(TAM/SAM/SOM)가 충분한지 등을 포괄적인 데이터로 평가하는 다차원적 개념으로 진화하였다.



출처: 저자 작성

[그림 2-1] PoC와 PoM의 역사적 기원과 확장 경로

주요 용어 설명

- **TAM(Total Addressable Market):** 경쟁·지리·유통 제약 없이 해당 제품 및 서비스에 존재하는 전체 시장 규모
- **SAM(Serviceable Available Market):** 자사의 유통망·지리적 범위·제품 적합성을 고려하여 실제로 접근 가능한 시장
- **SOM(Serviceable Obtainable Market):** SAM 내에서 경쟁 환경과 현재 역량을 감안했을 때 현실적으로 달성 가능한 목표 점유 시장

※ PoM 단계에서는 이 세 가지 규모를 순서대로 따져보며 시장성을 검증

2.2. PoC·PoM의 역할과 차이

기업이 아이디어 기획에서 출발하여 최종적인 상용화에 이르기까지, 기술사업화 과정은 다양한 불확실성 요인을 단계적으로 검증하는 과정이다. 기술사업화란 기술을 활용하여 제품을 생산 및 판매하거나 관련 기술을 향상시키는 전 주기를 의미하며[9] 이 과정에서 기업은 기술적 실현 가능성을 확인하는 관문(PoC)과 시장 수용 의향을 확인하는 관문(PoM)을 통과하며 위험을 단계적으로 제거해 나간다.

이러한 단계적 검증이 누락되거나 부실하게 수행될 경우, 기업은 기술적 완성도 확보에도 불구하고 상용화 이전의 자금 고갈 구간인 '데스밸리'나 상용화 이후 시장 안착에 실패하는 '다윈의 바다'에 직면하게 된다[10]. 이러한 기술과 시장의 단절 리스크를 최소화하기 위해 기업은 대규모 자원 투입 전 시장 반응을 수집하고 방향을 수정하는 가설 검증의 중간 매개체로 MVP를 적극 활용한다[7]. 이처럼 PoC와 PoM은 판정 주체, 목적, 핵심 질문, 측정 지표의 네 측면에서 서로 다른 질문에 답하는 구분되는 검증 활동이며, 그 차이를 정리하면 [표 2-1]과 같다.

[표 2-1] PoC와 PoM의 검증 주체, 목적, 지표 비교

구분	PoC (기술 증명)	PoM (시장 증명)
판정 주체	기업내부 – 기술팀, 연구소가 직접 판정	외부 시장 – 고객, 투자자의 반응이 판정
주요 목적	기술적 실현 가능성 확인 : 구현되는가?	시장 수용성 및 수익성 확인 : 팔리는가?
핵심 질문	의도한 대로 작동하는가?	고객이 반복적으로 구매하는가?
주요 측정 지표	기술 성능 벤치마크 달성, 규격 및 요구사항 충족 여부	LOI, 계약건수, 유료 전환율 , 재구매율, 고객 유지율
결과 활용	기술 보완 및 스펙 조정의 근거	사업모델 지속 및 피벗 결정의 근거

출처: 저자 작성

2.3. PoC·PoM을 재는 두 축: TRL과 CRL

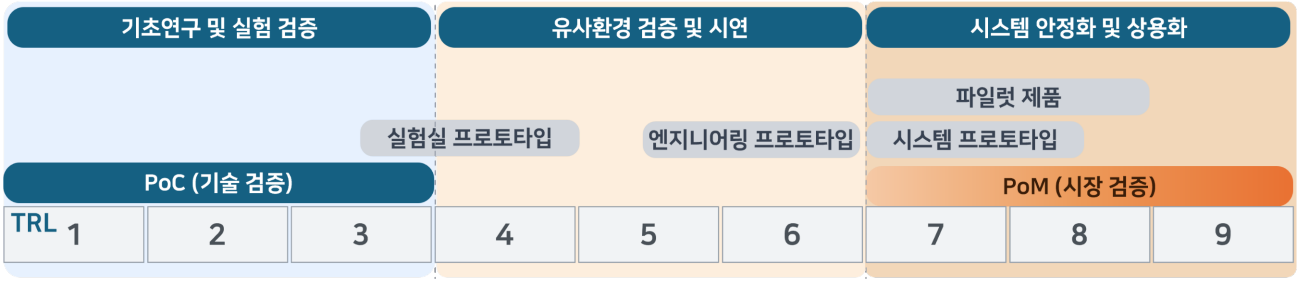
기술사업화는 '실현 가능한 기술을 만드는 과정'과 '시장이 원하는 제품을 정의하는 과정'이 끊임없이 교차하는 복합적인 여정이다. 이를 체계적으로 관리하기 위해 혁신 생태계에서는 기술성숙도(TRL)와 상업화준비수준(CRL)이라는 두 축을 활용한다. 역사적으로는 TRL을 바탕으로 한 '전통적인 선형 모델'이 R&D 평가에서 오랫동안 절대적인 척도로 선행되어 왔다[1]. 그러나 우수한 기술이 상용화 이후 좌초하는 시장 실패를 줄이기 위해, 2010년대에 이르러 CRL이라는 보완적 시장 축이 새롭게 제시되었다[25]. 이처럼 기술 단일 축에서 시장을 포괄하는 두 축의 병행으로 나아간 것이 현대 기술사업화 모델의 진화 과정이다. 이 두 축의 흐름에 따라 개념 증명(PoC)과 시장 증명(PoM)이라는 검증 활동이 교차하며, 그 결과물로 기술 축의 프로토타입(Prototype)과 파일럿(Pilot), 시장 축의 최소 기능 제품(MVP)과 제품-시장 적합성(PMF) 등의 핵심 산출물이 상호 작용하며 차례로 등장한다[22].

먼저 기술 축(TRL)은 아이디어가 실제 상용 제품으로 구체화되는 엔지니어링의 과정이다[1]. 전통적인 선형 관점에서는 이 축에서 핵심이 되는 검증 활동을 PoC(개념 증명)로 보며, 주요 산출물은 프로토타입(Prototype)과 최종 파일럿(Pilot) 제품으로 나타난다.

TRL 1~3단계 (기초연구 및 실험실 검증 - PoC 수행): 해당 기술이 지향하는 과학적 원리나 핵심 가설이 실현 가능한지 실험실 수준에서 검증하는 본격적인 '개념 증명(PoC)'이 수행되고 완료된다[1]. 이 시기에는 외관이나 사용자 편의성은 배제한 채, 핵심 기능의 작동 여부만을 확인하기 위한 거친 형태의 실험실 모델(Lab Prototype, TRL 3.5~4.0단계)이 산출된다[11].

TRL 4~6단계 (유사 환경 검증 및 시연): PoC를 통과한 단일 개념들을 바탕으로, 유사 환경(Testbed)에서 부품 간 유기적 결합 및 작동 안정성을 테스트하는 엔지니어링 과정이 진행된다[1]. 실제 제품과 유사한 사양을 갖추기 시작하며, 성능 평가와 신뢰성 테스트의 기반이 되는 엔지니어링 프로토타입(Engineering Prototype, TRL 5.5~6.0단계)이 이 단계의 결과물로 산출된다[11].

TRL 7~9단계 (시스템 안정화 및 상용화 - PoM 수행): 실제 운영 환경에서 오차 없이 작동하는지 최종 신뢰성을 검증하는 구간으로, 공장이나 실제 현장에 즉시 투입 가능한 수준의 시스템 프로토타입(System Prototype)(TRL 7.0~8.5단계) 및 상용화 신뢰성 검증용 최종 시제품(Pilot Product)(TRL 7.0~8.0단계)이 완성된다[1][11]. 순차적 개발을 정석으로 보는 전통적 관점은, 이처럼 눈으로 볼 수 있는 시제품이 완성된 뒤에야 비로소 이를 고객에게 선보이고 시장 수용성을 확인하는 시장 증명(PoM)이 본격화된다고 본다[6]. 다만 이는 PoM의 시작 시점을 짚는 하나의 시각일 뿐이며, 바로 다음에서 보는 관점은 PoM을 훨씬 앞 단계부터 시작한다고 본다.



출처: 저자 작성

※본문과 표의 소수점 단계는 공인 표준의 대분류(Phase) 안에서 제품 개발·시장 검증 마일스톤이 시작·완료되는 시점을 저자가 시각적으로 표기한 값으로, 공인 표준은 정수 단계만 정의함

[그림 2-2] TRL 중심의 검증 활동과 산출물

주요 용어 설명

- **TRL(Technology Readiness Level)**: 특정 기술이 제품(System 또는 Subsystem)에 적용되기 전 기술(재료, 부품, 소자 등)의 개발단계 또는 기술성숙 정도를 객관적 지표에 근거하여 측정·평가·비교하기 위한 기준을 의미하며, 1989년 미국 NASA에서 항공·우주 분야 R&D 프로그램의 기술투자 위험도를 관리할 목적으로 처음 도입

다음은 현대 혁신 모델이 제시하는 시장 축(CRL)이다. 시장 축은 기술이 고객의 문제를 해결하고 수익을 창출하는 비즈니스로 전환되는 과정을 짚는다[22]. 다만 CRL은 TRL만큼 표준화되지 않아 체계마다 단계 수가 다르다. 여기서는 1~9단계 구분을 따르되, 호주 ARENA의 CRI처럼 1~6단계로 잡는 체계도 있다[25]. 단계 수에는 차이가 있으나, 어느 체계든 시장 니즈를 가설로 세우는 단계, 고객 반응으로 가설을 검증하는 단계, 확인된 수요를 넘어 시장을 넓히는 단계를 구별해 정의한다. PoM의 검증 강도도 이 삼분법을 그대로 따른다. 전통적 관점이 TRL 단일 축에 기술 검증(PoC)과 시장 검증(PoM)을 순차적으로 얹었다면, 현대적 관점은 CRL 축을 바탕으로 시장 증명(PoM)을 기술 증명(PoC)과 전 구간에 걸쳐 나란히 병행시킨다[22]. 이 축의 핵심 검증 활동은 PoM(시장 증명)이며, 주요 산출물은 MVP, 파일럿, 그리고 PMF다.

CRL 1~3단계 (시장 기회 탐색 및 가설 설정 - 가설 PoM과 기초 PoC 병행): 기술 축에서 핵심 기능의 실현 가능성을 묻는 개념 증명(PoC)이 진행되는 동안, 시장 축에서는 타깃 고객이 실재하는지, 그리고 이 고객이 어떤 문제로 불편을 겪고 있는지를 가설로 세우고 시장성을 타당하게 짚어보는 PoM이 아직 가설인 단계에서 함께 시작되는 구간이다[30]. 이 시기에는 제품을 직접 만들지 않고, 화면 구성을 그림으로 나타낸 디자인 시안이나 뼈대만 그려 넣은 설계도(Wireframe) 수준의 개념적 MVP(CRL 2.5~3.5단계)로 고객의 첫 반응을 선제적으로 살핀다[7][14].

CRL 4~6단계 (비즈니스 모델 실증 - 실증 PoM과 엔지니어링 검증 병행): 기술 축에서 PoC를 통과한 기술이 엔지니어링 프로토타입으로 시연되는 시기에 맞추어, 시장 축에서는 고객이 실제로 제품을 이용하고 돈을 지불할 의사가 있는지를 점검하는 PoM이 지불 의사로 가설을 검증하는 단계로 이루어진다[6]. 이에 따라 핵심 가치 제안만을 담아 실제 작동하게 만든 기능적 MVP(CRL 4.0~5.5단계)가 배포되며, 이후 소수 파트너사를 대상으로 대규모 운영 안정성과 상업성을 테스트하는 유료 파일럿(CRL 5.5~6.5단계) 프로그램으로 발전한다[7][14].

CRL 7~9단계 (시장 확장 및 정착 - 확장 PoM과 상용화 달성): 기술 축에서 실제 운영 환경의 시제품이 완성되는 단계로, 시장 축에서는 틈새시장을 넘어 주류 시장으로 확장 가능한지 실증하는 구간이다[22]. 이 시점에 이르면 제품이 시장의 강력한 수요와 완벽하게 일치하는 상태인 제품-시장 적합성(PMF)(CRL 7.0~8.0단계)을 달성하며[8][23], 이후 본격적인 상용화 및 스케일업(CRL 8.0~9.0단계) 체제로 전환된다[22].



출처: 저자 작성

[그림 2-3] CRL 중심의 검증 활동과 산출물

주요 용어 설명

- **CRL (Commercial Readiness Level):** 제품의 상업적 성숙도를 판단하고 측정하기 위한 평가 지표로, 기술의 성숙도(TRL)가 높다는 사실만으로는 제품과 기업의 상업적 성공을 보장할 수 없다는 한계를 보완하기 위해 고안
- **상업화 준비지수(CRI, Commercial Readiness Index):** 호주 신재생에너지청(ARENA)이 신재생에너지 기술의 상업화 성숙도를 1~6단계로 평가하려 제시한 지수로, 시장, 규제, 재무 등의 상업화 여건을 재는데 초점

두 측면을 종합해 보면, PoC와 PoM은 각각 기술과 시장이라는 독자적인 검증 관점을 통해 사업화의 타당성을 다각도로 검증한다. 이 과정에서 기술 축의 프로토타입은 시장 검증을 위한 MVP의 안정적인 기술적 뼈대가 되고, 시장 축의 MVP는 실제 고객 반응을 통해 다음 단계의 기술 개발 방향을 견인하며 두 축의 산출물이 유기적으로 결합하여 성숙한다. 결국 PoC와 PoM은 따로 분리된 검증이 아니다. 기술의 실현 가능성을 진단하는 PoC와 시장의 수용성을 평가하는 PoM은 서로를 필요로 하는 검증 활동이다.

다만 이 단계별 배치는 이론상의 순서이고, 기업은 이를 그대로 밟지 않는다. 언제 몇 번 검증하는지는 산업마다 다르다. 어떤 곳은 프로토타입 하나로 PoC를 끝내고, 어떤 곳은 규제 때문에 PMF를 확인하고도 출시를 미룬다. 그래서 'PoC = TRL 몇 단계', 'PoM = CRL 몇 단계'라는 일대일 공식은 어느 쪽도 성립하지 않는다[31]. 단계는 검증이 대체로 어디쯤에서 일어나는지 가늠하게 해 주는 참고선일 뿐, 기업의 자리를 미리 정해 두는 기준은 아니다. [표 2-2]는 두 축의 단계별 검증 활동과 산출물을 학술과 현장으로 나누어 정리한 것이다. TRL은 기술 성숙만 재는 척도여서 상업·조직 여건을 담지 않는다[48]. 그러나 기업은 같은 단계에서 수요 확인, 적용처 선별, 인허가 대응, 생산 공정 준비를 기술 검증과 한꺼번에 진행하므로, 학술 정의와 현장 활동은 단계별로 달라진다 (4장 사례 분석 참조).

[표 2-2] TRL·CRL 단계별 통합 매핑 및 핵심 산출물

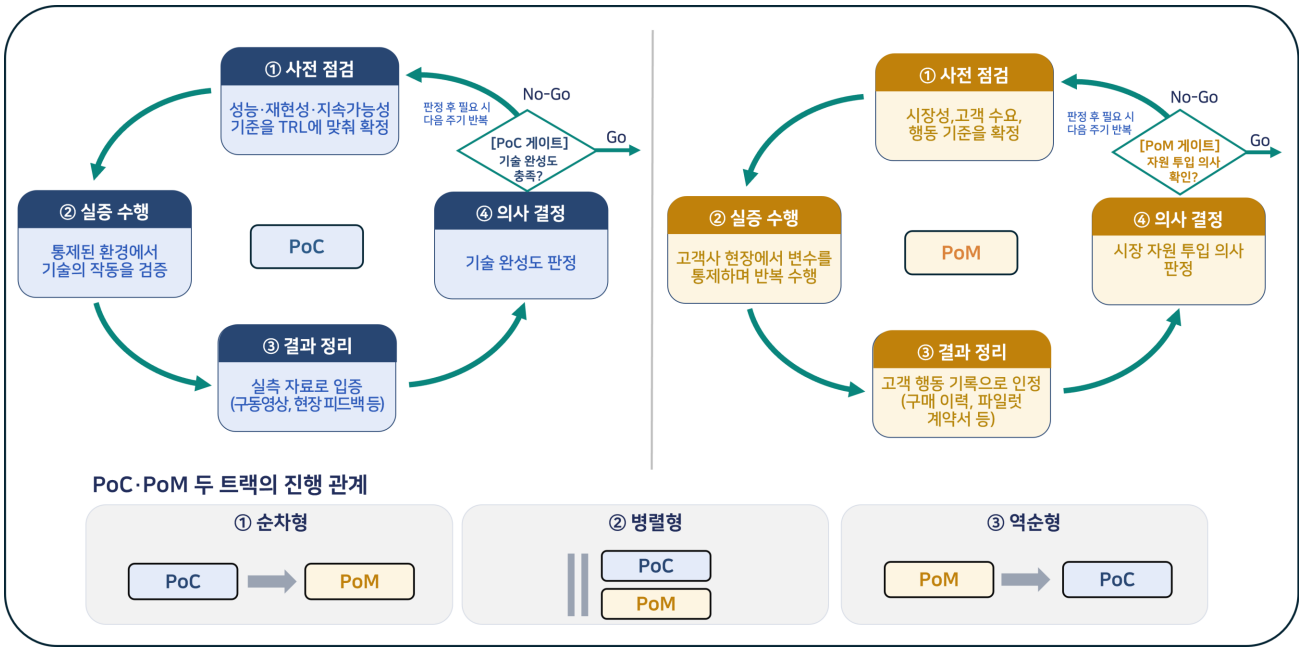
단 계		기술성숙도(TRL)		상업화준비수준(CRL)	
탐색기	1	[학술] 기초 과학 원리 관찰 [현장] 기술 탐색과 수요 확인 병행	기초연구 및 실험 검증 • 핵심 활동: PoC 수행 ① 개념 입증·실험실 핵심 기능 작동 검증 ② 과학적 원리·핵심 가설의 타당성 판단 • 산출물 - 실험실 프로토 타입 TRL 3.5~4.0단계)	비즈니스 가설 및 기회 탐색	시장기회 탐색 및 가설설정 • 핵심 활동: 가설 PoM과 기초 PoC 병행 ① 타깃 고객·페인 포인트(Pain point) 확인 ② 고객 첫 반응으로 시장성 타진 • 산출물 - 개념적 MVP(CRL 2.5~3.5단계)
	2	[학술] 기술 개념 및 적용 가능성 고안 [현장] 개념 구체화와 적용처 선별 병행		타깃 고객 정의 및 페인 포인트 확인	
	3	[학술] 분석 및 실험적 핵심 기능 검증 [현장] 기능 검증과 규제 요건 확인 병행		초기 BM 및 가치 제안 (VP) 설정	
실증기	4	[학술] 실험실 환경의 부품/ 시스템 검증 [현장] 부품 시험과 현장 요구사항 수집	유사환경 검증 및 시연 • 핵심 활동: 엔지니어링 검증 ① 유사 환경(Testbed) 부품·시스템 결합 ② 작동 안정성과 성능 평가 • 산출물 - 엔지니어링 프로토 타입(TRL 5.5~6.0단계)	기술 실현성 및 초기 사용성 피드백	비즈니스 모델 실증 • 핵심 활동: 실증 PoM과 BM 검증 ① 고객 지불의사(WTP) 확인 ② 비즈니스 모델(BM) 상업적 타당성 실증 • 산출물 - 기능적 MVP(CRL 4.0~5.5단계) - 유료 파일럿(CRL 5.5~6.5단계)
	5	[학술] 유사 환경 부품/ 시스템 검증 [현장] 환경 시험과 제조 공정 개발 병행		고객 지불 의사(WTP) 및 가치 실증	
	6	[학술] 유사환경 시스템/ 파일럿 시연 [현장] 파일럿 시연과 자본·양산 설계		상업적 타당성 및 BM 작동 실증	
완성 및 확장기	7	[학술] 실제 운영 환경 시스템 시연 [현장] 운영 시연과 초기 고객 지원 병행	시스템 안정화 및 상용화 • 핵심 활동: PoM 수행 ① 실 환경 최종 신뢰성 검증 ② 실제 현장 투입 수준의 시스템 완성 • 산출물 - 시스템 프로토 타입(TRL 7.0~8.5단계) - 파일럿 제품(TRL 7.0~8.0단계)	최초 상업 판매 및 초기 고객 확보	시장 확장 및 정착 • 핵심 활동: 확장 PoM과 상용화 달성 ① 제품-시장 적합성(PMF) 입증 ② 주류 시장 확장 및 스케일업 실증 • 산출물 - 제품-시장 적합성(CRL 7.0~8.0단계) - 상용화 및 스케일업(CRL 8.0~9.0단계)
	8	[학술] 실제 시스템 개발 완료 및 신뢰성 검증 [현장] 신뢰성 검증과 인허가 절차 수행		PMF 달성 및 생산 규모 확장 준비	
	9	[학술] 실제 시스템 상용 가동 및 현장 검증 [현장] 상용 가동과 판로·조직 정비 병행		상용화 출시 및 시장 안착(스케일업)	

※ [현장] 칸은 학술 정의에 대응하는 일반적 관찰이며, 정량 근거를 갖는 수치는 아니다. 출처: [48] 및 저자 작성

3. [실행 절차] PoC·PoM 검증의 네 단계

PoC와 PoM은 검증의 대상과 논리가 다른 활동이다. PoC는 기술의 구현 가능성과 성능을, PoM은 시장의 수요와 지불의사를 확인하는 데 초점이 있다. 그러나 두 활동이 실제로 수행되는 절차의 골격은 크게 다르지 않다. 이는 신제품개발(NPD) 분야에서 오랫동안 표준으로 통용되어 온 스테이지-게이트(Stage-Gate) 모델에 뿌리를 둔다. 1980년대 로버트 쿠퍼(Robert G. Cooper)가 정립한 이 모델은 작업을 여러 단계(Stage)로 나누고 각 단계 사이에 진행 여부를 판정하는 관문(Gate)을 두는 방식으로, 미국 기업의 80% 이상이 변형해 사용하며 제품개발관리협회(PDMA)에서도 산업 표준으로 널리 통용되는 틀이다[12][13].

이 골격을 PoC·PoM에 적용하면, 두 활동 모두 ① 사전 점검 → ② 실증 수행 → ③ 결과 정리 → ④ 의사결정의 네 단계를 거친다. 단계와 게이트라는 틀은 공유하지만, 각 단계에서 PoC는 기술을, PoM은 시장을 확인한다. 무엇을 목표로 삼고 어떤 데이터로 입증하는지도 두 활동이 서로 다르다. 다만 이 네 단계를 '앞 단계를 완전히 끝내야 다음으로 넘어가는' 순서(순차형)로 읽어서는 안 된다. 특히 자원이 빠듯한 중소기업 현장에서는 그렇다. 산업에 따라 PoC와 PoM을 동시에 돌리기도 하고(병렬형), 짧은 주기로 여러 번 되풀이하기도 한다. 때로는 시장 수요가 먼저 확인되어 PoM이 PoC를 앞서기도 한다(역순형)(그림 3-1). 순서는 고정된 것이 아니라 상황에 맞춰 바꿔 쓰는 틀이다.



출처 : 저자 작성

[그림 3-1] PoC·PoM 네 단계 실행 절차의 운용 구조 — 사전점검부터 의사결정까지

주요 용어 설명

- **스테이지-게이트(Stage-Gate System)** : 신제품개발(NPD)을 여러 단계(Stage)로 나누고 각 단계 사이에 통과 여부를 판정하는 관문(Gate)을 두어, 검증되지 않은 단계에 자원이 쌓이는 것을 막고 단계별 의사결정의 근거를 명확히 하는 신제품개발 관리 방법론(Cooper, 1990).
- **Go/No-Go:** 각 관문에서 프로젝트를 다음 단계로 진행할지(Go) 중단할지(No-Go)를 사전에 정한 기준에 비추어 판정하는 게이트의 의사결정 규칙. 자원을 유망한 곳에 집중하고 가능성이 낮은 곳에서 빨리 손을 뗌

3.1. ① 사전 점검: 목표·성공 기준과 자원의 확정

PoC·PoM 검증의 성공과 실패는 기술적 우수성보다는 정량 지표, 성공 기준, 의사결정 규칙(Go/No-Go)을 사전에 확정해 두는 데서 갈린다. 이 장치는 검증 자원을 실제 사업화 가치에 연계시키는 핵심 관리 기제다[13]. 특히 성공 기준과 중단 규칙을 실증 전에 확정해 두어야, 실패 신호가 명백해진 뒤에도 이미 투입한 자원 탓에 중단을 미루는 집착적 몰입(escalation of commitment)을 막을 수 있다. 이 편향은 혁신성이 높은 프로젝트일수록 강하게 나타난다[33][34]. 이 단계에서 흔히 빠지는 함정은 '시장이 요구하는 수준'과 'R&D 평가가 요구하는 수준'을 혼동하는 것이다. 목표 지표가 사업화 경로가 아닌 평가용으로 설계될 경우, 검증의 본래 목적을 상실하게 된다.

PoC의 성공 기준은 규제 통과, 현장 실측치, 또는 글로벌 벤치마크처럼 기업이 목표로 하는 상용화 궤적을 역산하여 특정한 뒤 설정한다. 기준이 정해지면 그 기준을 충족하기 위해 실증에 앞서 갖춰야 할 항목이 따라 나온다.

첫째, 목표 지표를 검증이 수행되는 기술성숙도(TRL) 단계에 맞춘다. 도출 가능한 증거의 종류는 성숙도 단계에 따라 정해지므로, 지표가 단계보다 앞서면 나올 수 없는 증거를 요구해 검증이 성립하지 않는다(2.3절 참조). 실무에서는 목표 성능 지표와 그 달성률, 그리고 지금 단계에서 실제로 확인 가능한 증거의 형태를 함께 정해 둔다.

둘째, 무엇을 측정하고 어떤 데이터로 입증할지 설계하고, 이를 뒷받침할 시험 환경·장비·프로토콜과 결과를 판독할 전문 인력을 확보한다. 이때 필요한 데이터의 양과 품질이 확보되었는지, 측정 결과를 신뢰성 있게 기록·재현할 체계가 갖춰졌는지를 함께 점검한다.

셋째, 한 번의 성공에 그치지 않고 반복·변동·이상 조건에서도 성능과 안전이 유지되는지를 검증 항목으로 미리 설정한다. 재현성(반복 시 성능 편차), 신뢰성(조건 변화에 따른 성능 저하율), 안전성(고장·이상 상황의 안전 요건)을 무엇으로 어떻게 측정할지 실증 설계 단계에서 정해 둔다.

넷째, 기술이 실험실을 넘어 운영 환경에서 지속 가능한지를 검증 항목에 미리 포함한다. 반복·연속 사용에서도 성능이 유지되는지, 이를 유지하는 데 드는 정비·관리 부담은 어느 정도인지, 운영에 필요한 비용·인프라·인력은 감당 가능한지, 나아가 운영 규모를 키울 때도 버틸 수 있는지를 무엇으로 확인할지 실증 설계에 반영해 둔다. 단발성 성능은 상용화로 이어지지 못하기 때문이다.

반면 PoM의 성공 기준은 시장 반응 지표로 정의된다.

B2C·플랫폼은 전환율·재구매율·LTV/CAC 같은 사용자 행동 지표를, B2B는 유료 파일럿 체결률·LOI/MOU·지불의사(WTP) 같은 계약 지표를 쓴다[6]. 이때 흔히 빠지는 오류는 '시장이 관심을 보인다'는 단순한 정성 반응(설문 응답, 데모 버전 호평 등)을 성공으로 오인하는 것이다. 실효적인 PoM 게이트를 구축하기 위해서는 고객이 실제 지불·계약·반복 사용처럼 자신의 유무형 자원을 직접 투입하는 '실질적 자원 투입 행동(Committed Action)'을 성공의 핵심 기준으로 삼아야 한다[6].

주요 용어 설명

- **LTV/CAC 비율:** 고객 생애가치(LTV, Lifetime Value)와 고객획득비용(CAC, Customer Acquisition Cost)의 비율로, B2C·플랫폼에서 사업의 단위경제성이 성립하는지를 가늠
- **LOI/MOU(구매의향서/양해각서):** 정식 본계약 체결 전, 당사자 간의 거래나 협력 의사를 공식적으로 표명하고 협상의 기본 방향을 설정하기 위한 예비 문서(LOI: 특정 거래의 구체적인 조건과 의도를 제안 MOU: 기본적인 원칙과 방향, 상호 이해를 확인)

첫째, 목표 시장이 진입할 가치가 있는 규모와 성장성을 갖췄는지 가늠한다. 총 접근 가능 시장(TAM), 유효 시장(SAM), 수익 가능 시장(SOM)과 그 성장 추세를 파악하는 것이 점검 대상이다. 다만 규모 추정 자체가 목적은 아니다. 시장이 좁거나 정체되어 있으면 개별 지불 행동이 확인되어도 사업으로 확장되지 않으므로, 규모는 뒤따르는 고객 수요 검증이 사업 규모로 커질 여지가 있는지를 판단하는 밑그림으로 삼는다.

둘째, 목표 고객군과 그들의 요구(VoC)를 검증 전에 특정해, 누구의 어떤 문제를 지불할 만큼 절실하게 푸는지를 확인한다. 목표 시장의 요구사항이 구체적으로 파악되었는지, 초기 고객의 요구가 제품·서비스에 실제로 반영되었는지, 그리고 경쟁 대안 대비 어떤 가치를 제안하는지가 점검 대상이다. 대상과 요구가 불명확하면 반응이 나와도 해석할 기준을 잃는다[23].

셋째, 검증 표본을 실제 구매자(문제 해결 필요성, 지출 권한, 도입의 시급성을 모두 지닌 집단)로 구성하고, 이들에 도달할 접촉 채널을 확보한다. 아울러 앞서 수립한 성공 기준(실질적 자원 투입 행동)에 따라, 이번 검증 단계에서 도출할 구체적인 정량적 목표치(예: 최소 수요처 확보 수, 유료 전환 계약 건수 등)를 확정해 둔다. 아무리 좋은 지표를 설계했더라도 구매 결정권이 없는 대상을 표본으로 삼거나 단순한 정성 반응에 의존할 경우, 검증 결과 자체가 왜곡되어 시장성 판단을 그르치게 되기 때문이다[6].

넷째, 검증 성공이 양산·상용화로 이어질 수 있도록, 공급망·생산 전략과 해당 분야가 요구하는 인증, 규제 대응 계획을 검증 단계에서 함께 점검한다. 양산 전환 가능성, 예상 투자 회수 기간과 수익성, 후속 사업화·투자로의 연계 전망이 점검 대상이다[24]. 이것이 없으면 검증 성공도 검증과 상용화 사이의 간극에 멈추기 때문이다.

한편 검증을 실제로 수행할 자원(자금·일정·인력)의 정렬은 PoC·PoM 공통의 전제다. 특히 자금 집행 가능 시점과 행정 주기를 실증 주기에 일치시키지 못하면 초기 자원 동원에서 병목이 발생한다.

[표 3-1] 사전 점검 단계에서 고려할 PoC·PoM 점검 항목

구분	PoC (기술 검증)	PoM (시장 검증)
목표·기준 설정	TRL에 부합하는 성능 목표 수립 ✓실제 구현 가능한 물리적 목표치를 명확히 정의 ✓최종 상용 제품 규격 역산을 통한 합격선 설정 ✓TRL 단계별 확인 가능한 증거 형태 파악	시장 규모 파악 및 행동 기준 수립 ✓실질적 자원 투입 행동(Committed Action) 기준 정의 ✓시장 규모·성장성(TAM·SAM·SOM) 파악 ✓비즈니스 유형(B2B/B2C 등)별 핵심 검증 지표 설계
검증대상·데이터	측정 및 데이터 입증 설계 ✓측정 항목, 데이터 확보 계획 설계 ✓시험 환경·장비·프로토콜 준비 ✓결과 판독 전문 인력 확보	목표 고객군 및 가치 제안 구체화 ✓목표 고객군, 요구(VoC) 확보 ✓초기 고객 요구의 제품·서비스 반영 여부 ✓경쟁 대안 대비 가치 제안 정리
검증 실행 준비	성능·안전 관련 검증 항목 설정 ✓재현성(반복 시 성능 편차) ✓신뢰성(조건 변화 시 성능 저하율) ✓안전성(이상 상황 안전 요건)	표본 구성 및 전환 지표 사전 설정 ✓실제 구매자(지출 권한·시급성 보유)로 표본 구성 ✓표본에 닿을 접촉 채널 확보 ✓성공 신호(유료 전환·계약 등) 측정 지표 설정
지속·확장 점검	운영 환경에서의 지속 가능성 검증 ✓연속 가동 시 성능 안정성 및 정비·보수 난이도 파악 ✓소요 자원(비용·인프라·인력) 감당 및 규모 확장성 검증	양산 준비 및 후속 연계 전망 점검 ✓안정적 공급망·생산 전략 및 필수 인증·규제 대응 계획 ✓목표 원가 대비 예상 수익성, 투자 회수 및 후속 연계성

출처: 저자 작성

3.2. ② 실증 수행: 검증의 초점과 장소

사전 점검을 마치면 실제 실증에 들어간다. PoC와 PoM은 검증하려는 대상이 다른 만큼, 실증을 수행하는 장소와 방식도 서로 다르다. PoC의 실증은 통제된 환경에서 기술이 의도대로 작동하는지를 확인하는 데 초점을 둔다. 그 방식은 프로토타입·파일럿 시스템을 가동해 신뢰성과 성능을 측정하고, 현장 실측 데이터나 구동 기록으로 입증하는 것이 기본이다. 다만 그 구체적인 모습은 기술이 처한 규제 강도와 기술적 특성에 따라 달라져 엄격한 안전 규제가 적용되는 분야와 기민한 시장 대응이 중시되는 분야는 각기 다른 실증 주기를 갖는다. 반면 PoM의 실증은 실험실이 아닌 고객의 실제 구매·사용 맥락에서 이루어진다. B2B에서는 고객사 현장의 유료 파일럿, B2C·플랫폼에서는 실제 결제 환경을 구현한 A/B 테스트와 세일즈 파일럿이 주로 활용된다[6].

이처럼 실증 주기가 산업마다 다른 만큼, 실증을 한 번의 선형 과정으로 수행할지 짧은 주기로 반복할지도 함께 설계해야 한다. 쿠퍼 자신도 후속 연구에서 전통적 스테이지-게이트가 지나치게 경직적일 수 있음을 인정하고, 짧은 개발 주기를 반복하는 애자일(Agile) 방식과 결합한 '애자일 스테이지-게이트(Agile-Stage-Gate)' 모델을 제시했다[12]. 이 변형에서는 각 단계가 며칠에서 몇 주 단위로 압축되고, 실증-결과 정리-의사결정이 빠르게 순환하며 반복된다. 특히 시제품 수정 비용이 낮은 소프트웨어처럼 빠른 반복이 가능한 분야에서는 실증이 선형으로 한 번 진행되기보다 짧은 주기로 여러 차례 도는 형태로 나타난다.

특히 PoM은 한 번의 실증으로 끝나기보다, 실증 대상, 메시지, 가격을 제어변수로 두고 변수 하나씩을 바꿔 가며 시장 반응의 인과관계를 분리해 내는 반복적 설계를 원칙으로 한다. 이러한 설계 차이는 PoC와 PoM의 검증 구조를 함께 짤 때 먼저 고려해야 할 요소다.

[표 3-2] 실증 단계에서 갈라지는 PoC·PoM의 방식

구분	PoC (기술 검증)	PoM (시장 검증)
검증 초점	기술이 의도대로 작동하는가	시장이 실제로 자원을 투입하는가
실증 장소	통제된 환경(실험실 등)	고객사의 현장(실제 구매·사용 현장)
주요 방식	규제 강도·기술 특성에 따른 시연 (분야별 실증 주기 상이)	B2B: 고객사의 현장 유료 파일럿 B2C·플랫폼: 실제환경의 A/B 테스트, 세일즈 파일럿
실증 구조	선형 1회 또는 애자일형 반복 (분야에 따라 상이)	변수(대상, 메시지, 가격)를 하나씩 통제하는 반복 설계

출처: 저자 작성

주요 용어 설명

- **A/B 테스트:** 두 가지 버전(A안, B안)을 사용자에게 무작위로 나누어 보여주고, 어느 쪽이 더 높은 반응(전환율 등)을 내는지 통계로 비교하는 시장 반응 측정 기법
- **세일즈 파일럿:** 실제 영업, 판매 환경에서 제품을 시범 판매해 고객의 구매행동을 직접 확인하는 검증
- **애자일 스테이지-게이트(Agile-Stage-Gate):** 전통적 스테이지-게이트의 경직성을 보완해, 각 단계를 며칠-몇 주로 압축하고 실증-정리-의사 결정을 짧은 주기로 반복하는 변형 모델

3.3. ③ 결과 정리: 증거의 도출과 전달

실증을 마치면 그 결과를 정리해 다음 단계의 판단 근거로 삼는다. 이 단계의 핵심은 '무엇을 다음 의사결정 단계의 증거로 인정할 것인가'이며, 그 답은 PoC와 PoM에서 서로 다르다. 여기서 인정한 증거가 곧 의사결정의 (3.4절) 근거로 이어진다.

PoC에서는 형식적인 문서 증빙보다는 실제 산업 환경에서 효용을 입증할 수 있는 실측 자료(예: 실제 구동 영상, 자체 신뢰성 테스트 결과, 현장 피드백 데이터 등)를 도출하여 실효성을 확보해야 한다[13]. PoM에서는 설문 응답률 및 인지도 점수처럼 고객이 자원을 투입하지 않은 상태에서 집계된 '허무 지표(Vanity Metrics)'보다, 실제 구매 이력, 파일럿 계약서, 코호트별 재구매율, 세일즈 파이프라인 전환 데이터 등 고객의 실제 행동을 기록한 자료가 의사결정 근거로 기능해야 한다. '아직 사지는 않았지만 관심이 높았다'는 형태의 정리는 PoM의 성공 증거로 인정하지 않는 것이 원칙이다[6].

이 단계에서 남기는 증빙은 다음 단계의 의사결정자(규제기관, 파트너사 등)에게 설득력 있게 전달되어야 한다. 예를 들어, 공인인증기관의 획일적인 시험성적서보다는 실제 현장 구동 영상, 수요기업의 사용성 피드백 리포트, 임상 단계별 통계 분석 보고서 등이 실효적인 의사결정 근거로 기능한다.

3.4. ④ 의사결정: 두 게이트의 분리 판정

의사결정은 단일한 이벤트가 아닌 누적적이고 단계적인 판단 과정이다. 다음 단계 진입 여부를 사전에 정의된 정량 및 정성 기준에 따라 엄격하게 판정하는 게이트(Gate) 시스템의 유연한 운영이 필수적이다[12]. 여기서 게이트는 3.2절의 애자일 반복 속에서 짧은 주기마다 거듭 내려지는 검문이다. 각 주기의 실증과 결과 정리는 곧 게이트의 판정 대상이 되며 그 판정이 다음 주기를 열거나 방향을 다시 잡는다.

PoC의 게이트에서는 기술적 완성도가 다음 단계(구현, 양산, 임상)로 넘어갈 수 있는 수준인지를 판정한다. PoM의 게이트에서는 시장이 제품·서비스에 실제로 자원을 투입할 의사가 확인되었는지를 판정한다. 두 게이트는 묻는 질문이 다른 만큼 각각의 기준으로 따로 판정해야 한다. 이를 하나의 기준으로 뭉뚱그리면, 기술은 완성되었으나 시장이 없는 제품(또는 그 반대)에 자원을 계속 투입하는 오류가 생긴다. 다만 두 판정을 각각 내리되, 후속 투자 결정에는 둘의 결과를 함께 놓고 검토하는 것이 원칙이다.

[표 3-3] PoC·PoM의 증거 유형과 게이트 판정 기준

구분		PoC (기술 검증)	PoM (시장 검증)
결과 정리	인정 증거	실측 자료 (구동 영상, 신뢰성 테스트, 현장 피드백 등)	고객 행동 기록 (구매 이력, 파일럿 계약서 등)
	불인정 증거	형식적 문서 증빙	자기보고식 지표
의사 결정	결정 기준	기술 완성도가 다음 단계로 갈 수준인가 (구현, 양산, 임상)	시장이 자원을 투입할 의사를 보였는가
	운영 원칙	기술적 완결성 확보 및 안전 마진 확보 -TRL 단계별 정량적 합격선 달성 -가혹 조건下 오작동 및 안전 위험 요인 해소	실질적 자원 투입 행동 입증 -정성 반응 배제, 실질적 행동 증거 확보 -선주문, 유로 파일럿 등 자원투입 행동

최종 대규모 자원 투입 전, 공급기업(수익성 정합성)과
수요기업(기술신뢰성 및 투자회수 ROI)의 관점을 한데 모아 '통합 교차 검증'을 실시

출처: 저자 작성

[표 3-4]는 앞의 네 단계를 PoC·PoM 두 축으로 나란히 놓는다. 단계가 진행될수록 판정의 무게 중심이 기술적 완성도(PoC)에서 시장의 자원 투입 의사(PoM)로 옮겨가는 흐름을 한눈에 짚을 수 있다. 이 종합 구조가 산업의 특성에 따라 어떻게 변형되는지는 이어지는 4장의 사례에서 살핀다.

[표 3-4] 기술 검증(PoC) 및 시장 검증(PoM) 전주기 실행 체계

구분		PoC (기술 검증)	PoM (시장 검증)
사전 점검	목표·기준 설정	TRL에 부합하는 성능 목표 수립 ✓실제 구현 가능한 물리적 목표치를 명확히 정의 ✓최종 상용 제품 규격 역산을 통한 합격선 설정 ✓TRL 단계별 확인 가능한 증거 형태 파악	시장 규모 파악 및 행동 기준 수립 ✓실질적 행동(committed action) 기준 정의 ✓시장 규모·성장성(TAM·SAM·SOM) 파악 ✓비즈니스 유형(B2B/B2C 등)별 핵심 검증 지표 설계
	검증대상·데이터	측정 및 데이터 입증 설계 ✓측정 항목, 데이터 확보 계획 설계 ✓시험 환경·장비·프로토콜 준비 ✓결과 판독 전문 인력 확보	목표 고객군 및 가치 제안 구체화 ✓목표 고객군, 요구(VoC) 확보 ✓초기 고객 요구의 제품·서비스 반영 여부 ✓경쟁 대안 대비 가치 제안 정리
	검증 실행 준비	성능·안전 관련 검증 항목 설정 ✓재현성(반복 시 성능 편차) ✓신뢰성(조건 변화 시 성능 저하율) ✓안전성(이상 상황 안전 요건)	표본 구성 및 전환 지표 사전 설정 ✓실제 구매자(지출 권한·시급성 보유)로 표본 구성 ✓표본에 닿을 접촉 채널 확보 ✓성공 신호(유료 전환·계약 등) 측정 지표 설정
	지속·확장 점검	운영 환경에서의 지속 가능성 검증 ✓연속 가동 시 성능 안정성 및 정비·보수 난이도 파악 ✓소요 자원(비용·인프라·인력) 감당 및 규모 확장성 검증	양산 준비 및 후속 연계 전망 점검 ✓안정적 공급망·생산 전략 및 필수 인증·규제 대응 계획 ✓목표 원가 대비 예상 수익성, 투자 회수 및 후속 연계성
실증 수행	검증 초점	기술이 의도대로 작동하는가	시장이 실제로 자원을 투입하는가
	실증 장소	통제된 환경(실험실 등)	고객사의 현장(실제 구매·사용 현장)
	주요 방식	규제 강도·기술 특성에 따른 시연 (분야별 실증 주기 상이)	B2B: 고객사의 현장 유료 파일럿 B2C·플랫폼: A/B 테스트, 세일즈 파일럿
	실증 구조	선형 1회 또는 애자일형 반복 (분야에 따라 상이)	변수(대상, 메시지, 가격)를 하나씩 통제하는 반복 설계
결과 정리	인정 증거	실측 자료 (구동 영상,신뢰성 테스트, 현장 피드백 등)	고객 행동 기록 (구매 이력, 파일럿 계약서 등)
	불인정 증거	형식적 문서 증빙	자기보고식 지표
의사 결정	결정 기준	기술 완성도가 다음 단계로 갈 수준인가 (구현, 양산, 임상)	시장이 자원을 투입할 의사를 보였는가
	운영 원칙	기술적 완결성 확보 및 안전 마진 확보	실질적 자원 투입 행동 입증
최종 대규모 자원 투입 전, 공급기업(수익성 정합성)과 수요기업(기술신뢰성 및 투자회수 ROI)의 관점을 한데 모아 '통합 교차 검증'을 실시			

출처: 저자 작성

사전 점검 → 실증 → 결과 정리 → 의사결정의 네 단계는 PoC와 PoM의 공통된 검증 골격이다. 그러나 현장에서 구현되는 방식은 산업과 제품의 특성에 따라 판이하게 달라진다. 어떤 분야는 이 골격을 수년에 걸쳐 순차적으로 밟아 나가고, 어떤 분야는 상용 운영과 검증의 경계가 흐려져 한 몸으로 움직이기도 한다. 이 장에서는 먼저 바이오·소프트웨어·하드웨어 세 분야에서 상용화에 이른 여섯 기업의 사례를 통해 검증(PoC)과 시장 검증(PoM)이 맞물리고 분리되는 실행구조를 살펴본다. 나아가 검증의 한 대목을 비워두거나 오인하여 상용화에 이르지 못한 네 가지 미완성 사례를 함께 짚어봄으로써, 기업의 조건에 맞춘 검증 구조 설계의 중요성을 다각도로 확인한다.

4.1. 바이오 — 제품 유형에 따라 이동하는 PoC의 자리

제약·바이오는 인체 안전 규제가 강하고 임상 진입에 막대한 자본이 드는 대표적인 엄격 분리형 산업이다[27][28]. 기술 검증(PoC)이 실험실에서 곧장 완결되지 않고 임상이라는 긴 관문을 거쳐야 하므로, 네 단계의 절차가 수년에 걸쳐 순차적으로 전개된다. 표준 기술성숙도(TRL) 척도는 PoC를 실험실 단계(TRL 3)에 두지만[1][29], 신약 현장은 인체 유효성을 처음 확인하는 임상 2a상(TRL 7)에 이르러서야 진정한 PoC가 확인된다고 보며 이를 의사결정 분기점으로 삼는다[26]. 제품 특성에 따라 이 골격을 밟는 방식이 어떻게 달라지는지 살펴본다.

사례 1 - 리가켐바이오사이언스

산업·제품/모델: 제약바이오(ADC 항암 신약) / 비임상 기술이전 **검증 유형**: 순차형(선행 PoC → 후행 PoC)
TRL 좌표: 선행 PoC(비임상, TRL 3~4) → 기술이전(L/O) → 후행 PoC(임상, TRL 5~7) → 품목허가·상용화(TRL 8~9)

항체-약물 접합체(ADC) 개발은 극심한 자금 소모와 비대칭적 자원 배분 구조를 가진다[27][28]. 신약 1개를 개발하는 데 평균 약 22억 달러(약 3조 원)가 들 만큼 후기 임상으로 갈수록 자본 부담이 급격히 커지며[35], ADC는 제조 공정이 복잡해 생산의 70~80%가 외부 위탁(CDMO)으로 진행될 만큼[36], 단일 벤처기업이 완주하기보다 역할을 분담하는 독특한 흐름을 보인다.

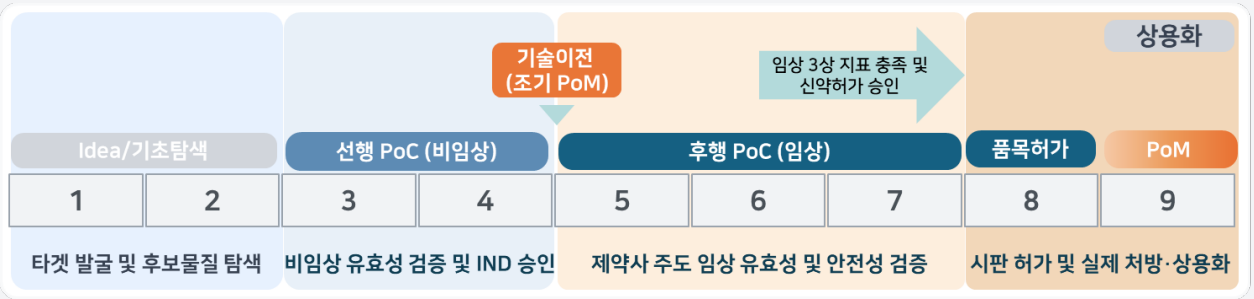
1. 사전 점검 및 실증 수행 단계

◦ **비임상 단계에서의 선행 PoC 조기 매듭 (TRL 4)**
신약 개발 현장에서 유효성을 입증하는 진정한 PoC는 인체 대상의 임상 2a상(TRL 7) 단계에서 완성된다[26]. 그러나 수백억 원의 임상 비용을 독자 감당하기 어려운 바이오 벤처는, 비임상(동물·시험관 실험 및 IND 승인) 단계인 TRL 4에서 선행 PoC를 조기에 매듭짓고 기술이전(L/O)을 추진한다[27].

2. 결과 정리 및 의사결정 단계

◦ **선행 PoC 결과의 기술이전 패키지화와 개발 주체 분리 (TRL 4)**
비임상 단계에서 확보한 선행 PoC 데이터를 바탕으로 기술이전을 추진하며, 막대한 자본이 소요되는 임상 후행PoC 역할을 글로벌 제약사로 넘기는 전략을 취했다[27][38](고형암 표적 ADC 'LCB97' 일본 오노약품 기술이전 '24).

◦ **기술이전 체결을 통한 PoM 조기 확인 (TRL 4~5)**
기술이전 계약 체결은 단순한 자금 조달을 넘어, 기술을 사들이는 제약사라는 전문 매수자가 실사를 거쳐 기술료를 지불했다는 점에서 조기 PoM의 Go 판정으로 작동한다[15][27]. 이를 통해 벤처는 임상 리스크를 분산시키는 동시에, 최종 제품의 상용화 PoM(환자·의료 시장 수용)은 제약사로 이관했다[27].



사례 2 - SD바이오센서

산업·제품/모델: 체외진단(IVD) / 진단 플랫폼 및 키트 직접 제조·글로벌 공급 **검증 유형:** 순차형(수요 선확정)
TRL 좌표: 확정 수요 인지(TRL 1) → 성능평가 완결(TRL 4~7) → 품목허가·PoM 선점(TRL 8~9)

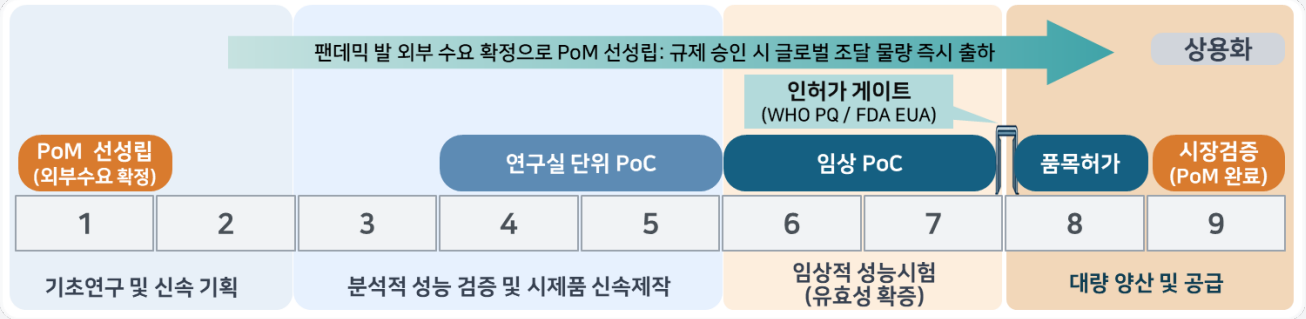
SD바이오센서의 검증은 시장 수요가 먼저 확정된 자리에서 출발했다. 팬데믹으로 진단키트 수요가 외부에서 이미 폭발적으로 형성되어, 제품이 완성되고 인허가 게이트를 통과하면 곧바로 구매로 이어지는 구조였다[20]. 남은 과제는 그 수요를 실제로 받아내는 일이었고, 회사는 분석적 성능검증(TRL 4~5)과 임상적 성능검증(TRL 6~7), 품목허가와 대량 양산(TRL 8~9)을 외부 기술 분리 없이 자체 역량으로 순차 완결했다. 여기에 이미 갖추고 있던 글로벌 세일즈 네트워크와 인허가 대응력이 더해져, 확정된 시장을 선점했다[37].

1. 사전 점검 및 실증 수행 단계 (확정 수요 대응을 위한 PoC 가속화)

- **외부 환경에 의해 형성된 거대 수요 인지 및 개발 착수 (TRL 1)**
  SD바이오센서의 검증은 시장 수요가 먼저 확정된 상태에서 출발했다. 팬데믹으로 진단키트 수요가 외부에서 이미 폭발적으로 확정돼 있었기에, 남은 과제는 '시장이 있는가'가 아니라 '얼마나 빨리 규제를 통과해 공급하는가'였다.
- **시제품 신속 제작 및 분석적 성능 검증 (TRL 4~5)**
  신규 감염병 타깃에 대해 시제품을 신속 제작하고, 실험실 환경에서 민감도·특이도 및 검출한계(LoD)를 초기에 검증했다[37].
- **확진자 검체로 임상적 성능 확증 (TRL 6~7)**
  확진자 검체를 활용한 식약처/FDA 기준의 임상적 성능시험을 수행하여 현장 유효성을 확증했다. 거대한 자본 부족으로 이 단계를 외부에 넘기는 신약 벤처와 달리[27][28], 체외진단 특성상 상대적으로 낮아진 임상 허들을 직접 넘었다[37][20].

2. 결과 정리 및 의사결정 단계

- **유일한 병목인 '인허가 관문' 통과 (TRL 8)**
  수요가 확정된 시장에서 상용화의 유일한 장애물은 규제 승인 속도다. 완성된 임상 PoC 데이터를 바탕으로 WHO PQ 및 미국 FDA 긴급사용승인(EUA)을 최단기간에 획득하는 품목허가(TRL 8)를 달성했다[37][20].
- **글로벌 세일즈 네트워크를 통한 확정 수요의 매출 전환 (TRL 9)**
  확정된 수요를 매출로 바꾸는 일은 이미 갖춘 글로벌 세일즈 네트워크가 담당했다. 수요를 새로 발굴할 필요가 없었을 뿐, 그 물량을 실제로 소화하는 데는 유통 채널과 양산 설비가 모두 동원되었다. 인허가 획득 직후 스마트 공장 대량 양산 체제를 가동해 대기 중이던 글로벌 조달 물량을 출하하며, 확정된 PoM을 매출로 전환했다[37].



바이오 분야는 동일한 '순차형' 체계 안에서도 자본 리스크와 시장 수요(PoM)의 확정 여부에 따라 TRL 내 PoC/PoM의 위치와 4단계 실행절차가 다르게 작동한다. 신약(사례 1)이 높은 임상 자본 부담 탓에 선행 PoC(TRL 4)를 매듭짓고 기술이전(L/O)으로 후행 리스크를 제약사에 분산하는 '분리형 순차 구조'를 취한다면[27][28], 진단(사례 2)은 수요가 먼저 확정된 환경에서 분석적 성능 검증(TRL 3~5)과 임상적 성능 확증(TRL 6~7)을 자체 완결하고 인허가 게이트를 통과해 양산(TRL 8~9)으로 직행하는 '직접 완결형 순차 구조'를 보인다[20][37].

4.2. 소프트웨어 — 운영과 포개지는 PoC·PoM

소프트웨어는 인명·안전 규제 허들이 낮고 시제품 수정·배포가 즉시 가능해, 검증과 상용 운영의 경계가 흐릿한 분야다. 일반론은 소프트웨어 PoC를 초기 기술 타당성 확인(TRL 3~4)에 두지만, 실제 현장에서 PoC와 PoM이 어느 지점에서 맞물리는지는 기업의 기술 특성에 따라 갈린다. 대규모 인프라가 드는 LLM(솔트룩스)과 수정 비용이 거의 없는 앱(비바리퍼블리카) 두 사례로 그 양상을 살펴본다.

사례 3 - 솔트룩스

산업·제품/모델: AI·자연어처리 (LLM) / 자체 LLM 기반 생성형 AI 서비스 운영 **검증 유형**: 병렬형
TRL 좌표: 원천기술 축적(TRL 1~5) ➔ 상용 운영 기반 PoC·PoM 병렬 실증(TRL 6~8) ➔ 스케일업(TRL 9)

대규모 인프라(GPU 서버 등)가 수반되는 대형언어모델(LLM) 분야는 단순 테스트만을 위해 초고가 인프라를 별도 유지하기엔 비용 부담이 막대할 뿐 아니라, 실제 대규모 사용자 트래픽이 유입되는 환경에서만 모델의 구동 안정성과 경제성을 비로소 입증할 수 있어 기술 검증(PoC)과 상용 운영(PoM)을 분리하기 어렵다[18]. 이에 따라 솔트룩스는 10년간의 장기 R&D로 축적한 원천기술 위에서, 실제 상용 운영 환경 자체를 PoC와 PoM이 동시에 도는 병렬 실증 무대로 삼아 검증을 진행했다[17].

1. 사전 점검 및 실증 수행 단계

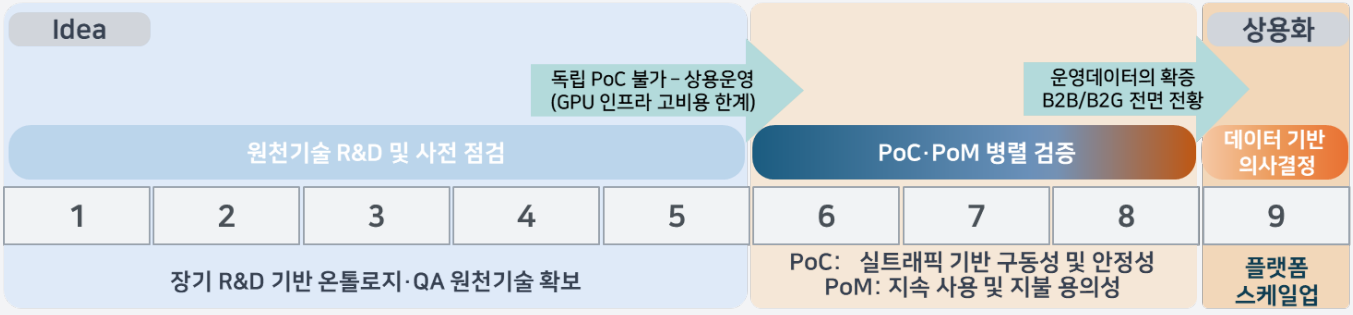
◦ **원천기술 사전 점검 (TRL 1~5)**
10년에 걸친 '엑소브레인' 사업(과기정통부, IITP)에 참여해 온톨로지 및 지능형 QA 원천 기술을 확보하고, 주요 도메인(제조, 국방, 금융) 적용 가능성을 사전 점검했다[17].

◦ **상용 운영 환경에서의 PoC·PoM 병렬 실증 (TRL 6~8)**
자체 LLM '루시아(LUXIA)'를 상용 가동하며, 기술의 구동 안정성(PoC)과 시장의 지속 사용·지불 가능성(PoM)을 별도 단계로 나누지 않고 상용 운영 안에서 병렬로 구동하며 동시 입증했다[18].

2. 결과 정리 및 의사결정 단계

◦ **운영 실측 데이터를 인정 증거로 채택 (TRL 8)**
설문이나 가상 테스트가 아닌, 실제 서비스 운영에서 축적된 트래픽 및 도메인 적응 데이터를 의사결정의 핵심 증거로 인정했다.

◦ **생성형 AI 전면 전환 의사결정 (TRL 9)**
상용 운영에서 확보된 병렬 지표를 바탕으로, B2B/B2G 생성형 AI 시장 선점을 위한 서비스 확장 및 스케일업(TRL 9) 의사결정을 단행했다[18].



사례 4 - 비바리퍼블리카

산업·제품/모델: 핀테크 (모바일 송금) / 무료 간편송금 기반 종합 금융 플랫폼 **검증 유형**: 병렬형
TRL 좌표: 사전 수요 점검(TRL 1~2) → 단일 기능 프로토타입을 통한 PoC·PoM 병렬 실증(TRL 3~5) → 스케일업(TRL 6~9)

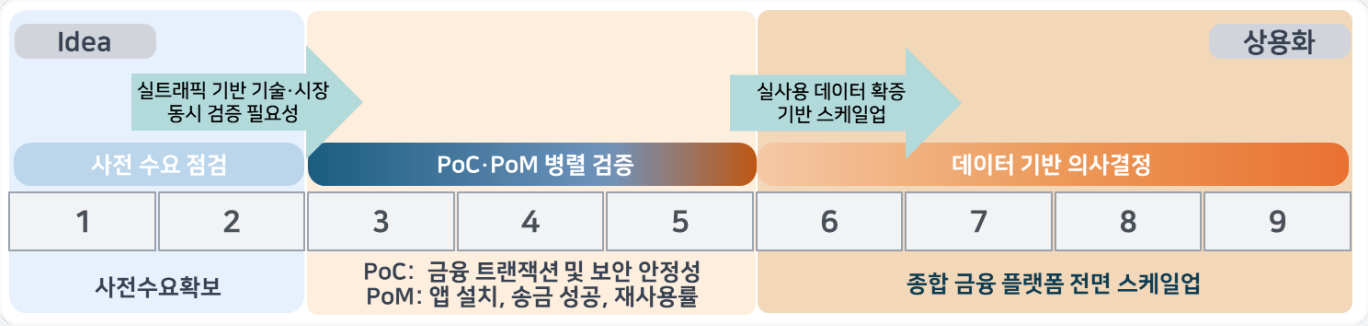
수정·재배포 비용이 제로에 가까운 소프트웨어의 특성상, 토스는 시장 수요를 먼저 점검한 뒤 단일 시제품 출시 안에서 기술적 구동성(PoC)과 시장 수용성(PoM)을 동시에 검증하는 병렬형 메커니즘을 보여준다[7][12][21].

1. 사전 점검 및 실증 수행 단계

- **사전예약 랜딩페이지를 통한 선제적 수요 점검 (TRL 1~2)**
  R&D에 자원을 투입하기 전, '공인인증서 없는 30초 간편송금'이라는 단일 가치를 내건 사전예약 랜딩페이지를 열어 시장의 지불·사용 의사(PoM 가설)를 개발 착수 전에 확인했다[21].
- **단일 기능 프로토타입 기반의 PoC·PoM 병렬 실증 (TRL 3~5)**
  '연락처 기반 송금' 핵심 기능만 구현한 초기 프로토타입을 시장에 배포해, 실시간 트랜잭션·보안 안정성(PoC)과 앱 설치 수·송금 성공률·재사용률(PoM)을 단일 출시에서 함께 측정했다[7][12][21].

2. 결과 정리 및 의사결정 단계

- **고객 행동 기록(Committed Action)을 정식 증거로 채택 (TRL 6~8)**
  설문이나 데모 호평 같은 자기보고식 지표를 배제하고, 앱 설치·송금 성공·재사용률 같은 고객의 실제 행동 기록(Committed Action)만을 검증 성공의 증거로 채택했다[6][21].
- **애자일 스테이지-게이트 기반의 플랫폼 스케일업 (TRL 9)**
  '배포–데이터 측정–개선'의 짧은 주기를 반복하며[12], 축적된 실사용 데이터를 근거로 간편송금을 넘어 종합 금융 플랫폼으로 서비스를 확장하는 스케일업(TRL 9)을 결정했다[12][21].



소프트웨어에서 PoC와 PoM은 독립된 단계로 나뉘기보다 한 공간에서 포개지는 병렬형 구조로 작동했다. 다만 같은 소프트웨어라도 자본 자원 구조(인프라 비용)와 규명해야 할 핵심 불확실성에 따라 그 병렬이 언제·어디서 일어나는지는 갈렸다.

대규모 GPU 인프라 자본과 선행 원천기술 확보가 필수적인 시스템형 소프트웨어(사례 3)는 고비용 인프라 한계와 실제 트래픽 기반 구동성 입증 필요성 때문에 상용 가동 구간(TRL 6~8)에 이르러서야 PoC와 PoM이 뒤늦게 병렬로 포개어진다. 반면, 시제품 수정·배포 비용이 제로에 가깝고 고객의 사용 행동(수요) 확인이 시급한 애플리케이션형 소프트웨어(사례 4)는 단일 기능 시제품을 배포해 초기 구간(TRL 3~6)에서 PoC와 PoM을 한꺼번에 끝낸다.

4.3. 하드웨어 — 현장과 수요가 뒤바꾸는 검증의 순서

하드웨어는 물리적 시제품 제작과 양산 설비 투자가 불가피해, PoC가 실험실이 아니라 현장에서 이루어지고 검증이 순차적으로 전개되는 분야다. 다만 그 '현장'이 누구의 환경이고 실증 실패의 비용을 누가 부담하느냐에 따라 PoC의 시점과 성격은 달라진다. 고객사 현장에서 실증하는 로봇(레인보우로보틱스)과 수요처가 구매를 미리 약정한 통신장비(바이컴) 두 사례로 그 차이를 살펴본다.

사례 5 - 레인보우로보틱스

산업·제품/모델: B2B 딥테크 (산업용·협동로봇) / 로봇 플랫폼을 물류 및 제조 기업에 공급 **검증 유형**: 순차형 (현장 실증 연계)
TRL 좌표: 부품/실험실 R&D(TRL 1~5) ➔ 고객사 현장 Pilot PoC(TRL 6~7) ➔ 정식 수주 및 양산(TRL 8~9)

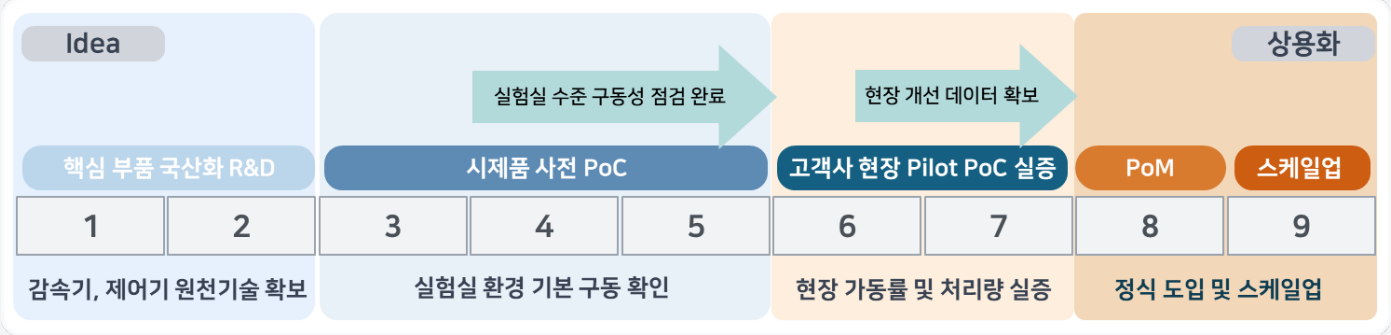
로봇 같은 하드웨어에서 PoC는 고객사의 실제 생산 라인에 시제품을 투입해 작동을 확인하는 현장 실증의 형태를 띤다. 표준 TRL이 말하는 '운영 환경에서의 시연(TRL 6~7)'[1]이 여기서는 고객사 공장에 로봇을 들여놓고 그 환경에 맞춰 커스텀 세팅하는 일을 의미한다. 따라서 TRL 1~5 단계[1][11]의 사전 R&D를 거친 후, 고객사 현장 실증(TRL 6~7)[16]에서 구체적인 처리량 개선 데이터를 도출하고, 이를 바탕으로 정식 수주 및 도입 계약(PoM)[16]으로 이어나가는 '현장 실증 기반 순차형' 검증 메커니즘을 보여준다.

1. 사전 점검 및 실증 수행 단계

- **핵심 부품 R&D 및 실험실 시제품 확보 (TRL 1~5)**
  핵심 부품 국산화(TRL 1~2)[1] 및 실험실 통합 시제품을 통한 사전 PoC(TRL 3~5)[1][11]를 선행함으로써, 고비용 현장 투입 전 기술적 완성도를 사전에 점검하고 실증 실패 리스크를 최소화했다.
- **고객사 현장(Field) 기반의 Pilot PoC 실증 (TRL 6~7)**
  도입 후보 고객사와 성공 기준 및 실증 일정을 사전에 협의하고, 고객사 생산·물류 라인에 로봇을 직접 투입해 소규모 파일럿으로 작동과 처리량을 확인했다. 물류 자동화 기업 '로보에테크놀로지'의 팔레타이징 라인 실증에서는 파일럿 적용 후 물류 생산성이 약 150% 향상되는 현장 구동성(PoC)을 입증했다[16].

2. 결과 정리 및 의사결정 단계

- **현장 개선 데이터 확증 및 정식 수주 체결 (TRL 8)**
  실험실의 추상적 성능이 아닌, 고객사 현장에서 입증된 '물류 생산성 150% 향상'이라는 구체적 실측 데이터를 인정 증거로 채택했다[16]. 이 성과 데이터를 바탕으로 구매 측의 의사결정 불확실성을 해소하고 곧바로 로봇 증설 및 정식 도입 계약(PoM)을 확정했다[16].
- **양산 체계 구축 및 플랫폼 확장 (TRL 9)**
  현장 검증을 마친 표준 로봇 플랫폼을 기반으로 제조·물류 등 다양한 산업 현장으로 공급을 확산하며 전면적인 스케일업(TRL 9)을 추진했다.



사례 6 - 바이컴

산업·제품/모델: 무선 통신장비 (산업용 무선인터컴) / 사전 구매 약정 기반 개발·공급 **검증 유형**: 순서 역전형 (PoM 선행)
TRL 좌표: 사전 수요 확정(TRL 1) → 부품 R&D 및 시제품(TRL 2~5) → 수요처 현장 PoC(TRL 6~7) → 수주(TRL 8~9)

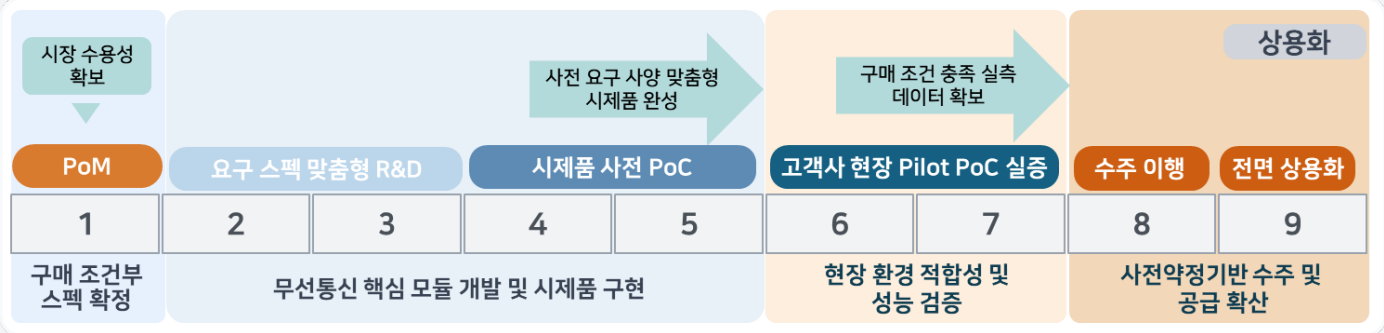
하드웨어 PoC가 통상 '기술 개발 후 현장에서 검증하는' 순서를 따르는 것과 달리, 바이컴은 구매조건부 신제품 개발사업(중기부)을 활용하여 시장 수요 및 구매 약정(PoM)을 먼저 확정한 후 기술 개발(PoC)에 착수하는 '순서 역전형' 검증 메커니즘을 보여준다. 스펙 충족 여부가 확인되면 사전에 체결된 구매 약정이 즉시 이행되므로, 개발 착수 시점에 시장 리스크가 이미 대부분 해소되어 있다는 점이 핵심 특징이다.

1. 사전 점검 및 실증 수행 단계

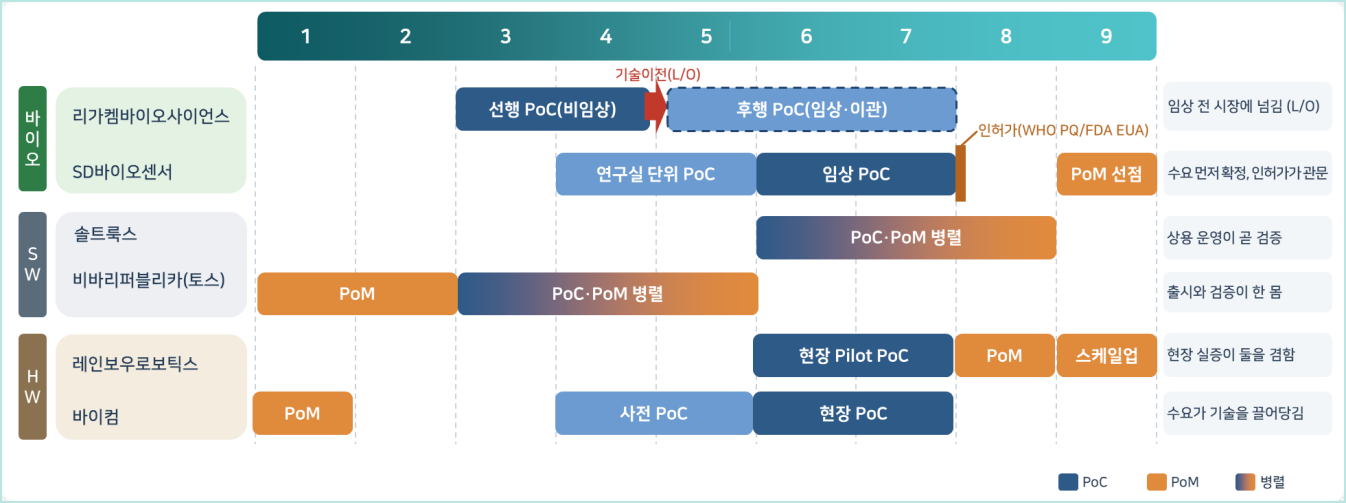
- **사전 수요 확정 및 구매 약정 체결 [TRL 1 / PoM 선행]**
  수요처가 필요로 하는 제품 스펙과 최소 구매 물량을 사전에 확정하고 계약/약정을 체결했다 [19]. 일반적인 R&D가 기술을 만든 뒤 시장을 찾는 흐름이라면, 바이컴은 '팔릴 곳과 물량'이라는 시장 수용성(PoM)을 가장 먼저 닫아두고 출발했다[19].
- **요구 스펙 맞춤형 R&D 및 통합 시제품 사전 점검 [TRL 2~5]**
  수요처가 제시한 요구 사양에 맞춰 무선통신 핵심 모듈 R&D 및 통합 시제품을 제작하고, 연구소 실험실 환경에서 기본 통신 및 구동 성능(사전 PoC)을 점검했다[11].
- **수요처 현장(Field) 기반의 적합성 PoC 실증 [TRL 6~7]**
  약정된 스펙에 맞춰 개발된 시제품을 수요처의 실제 산업 현장에 투입하여 통신 음영, 노이즈, 혼선 여부 등 현장 환경 적합성 및 성능(PoC)을 검증했다[19].

2. 결과 정리 및 의사결정 단계

- **스펙 충족 데이터 확증 및 사전 약정 이행 [TRL 8]**
  수요처가 요구했던 정량적 성능 스펙을 충족했음을 입증하는 실측 데이터를 인정 증거로 제출했다. 성능 만족이 확인됨에 따라 초기 단계에 맺었던 사전 구매 약정이 정식 발주 및 구매(PoM)로 자동 이행되었다[19].
- **전면 상용화 및 B2B/B2G 시장 확대 [TRL 9]**
  수요처 납품 성과와 수주 이력을 바탕으로 유사 산업 현장 및 공공/산업용 통신장비 시장으로 공급처를 다각화하며 전면적인 스케일업(TRL 9)을 추진했다.



하드웨어에서 PoC는 일반론상 운영 환경에 가까운 현장 시연(TRL 6~7)에 놓이지만, 그 현장이 어떻게 구성되느냐에 따라 검증의 성격이 달라진다. 고객사 환경에 로봇을 들여 커스텀 세팅으로 검증하기도 하고, 수요처가 구매를 미리 약정해 시장 리스크가 개발 이전에 해소된 채 기술 검증만 남기도 한다. 일반론이 그리는 '기술을 만든 뒤 시장에서 검증한다'는 순서가, 하드웨어 현장에서는 고객·제도와의 관계에 따라 앞당겨지거나 뒤집힌다.



출처: 저자 작성

[그림 4-1] TRL 축으로 본 여섯 사례의 PoC·PoM 배치

4.4. 미완성 사례 — 시장으로 이어지지 못한 검증

앞의 여섯 기업은 자본 사정과 규제 환경에 맞춰 검증의 순서와 방식을 조정해 시장에 진입했다. 이번 네 기업은 그 조정 없이 검증의 한 대목을 비워 둔 채 자본과 규모를 먼저 키웠고, 기술 검증(PoC)과 시장 검증(PoM) 가운데 어느 한쪽을 소홀히 한 채 상용화에 이르지 못했다. 비운 자리는 기업마다 다르다. 사례별로 그 자리를 찾아 3장의 절차와 기준에 비추어 본다.

사례 7 — 퀴비 (Quibi)

산업·제품/모델: 모바일 스트리밍 (숏폼 구독) / 자체 제작 콘텐츠 유료 구독 **단절 지점**: PoC → PoM 미이행 (시장 가설 미실증)
TRL 도달/중단: 턴스타일 기술 구현(TRL 8) → 전면 상용 출시(TRL 9) → 시장 검증 없이 진입, 6개월 만에 철수

퀴비(Quibi)는 10분 이하 숏폼 드라마를 모바일에 특화해 유료 구독으로 제공하겠다며 제프리 카젠버그가 2018년 설립한 미국의 스트리밍 기업이다. 화면을 세로와 가로로 전환하는 턴스타일(Turnstyle) 기술을 구현해 기술적 구동에는 이르렀으나, '짧은 영상에 매월 구독료를 지불할 이용자가 존재하는가'라는 시장 가설은 소규모 실증으로 확인하지 않은 채 출시 규모*를 먼저 확정했다[40].

*출시 시점 50편, 1년 차 오리지널 175편(에피소드 8,500개)

2020년 4월 6일 출시한 서비스는 같은 해 10월 21일 이사회가 종료를 결정해 6개월 만에 문을 닫았고, 종료 시점의 유료 구독자는 약 50만 명으로 1년 차 목표치 740만 명에 크게 못 미쳤다[39][40]. 이는 PoM의 성공 기준으로 제시한 실질적 자원 투입 행동(committed action, 3.1절)을 출시 이전에 확인하지 않은 경우에 해당한다.

창업자 제프리 카젠버그와 멕 휘트먼 CEO는 종료를 알리는 공동 서한에서 실패의 원인으로 발상 자체의 한계와 출시 시점을 함께 지목하며 팬데믹이라는 외부 환경을 들었다[40]. 출시 시점의 영향을 배제할 수는 없으나, 목표의 7%에 그친 성과는 시점보다 검증 공백을 가리킨다. 즉, 퀴비는 무료 콘텐츠(유튜브, 틱톡 등)가 이미 있는 상황에서 자사의 숏폼 콘텐츠에 관심이나 다운로드가 지불로 이어지는지(PoM)를 상용화 이전에 확인하지 않았다.

주요 용어 설명

- **턴스타일(Turnstyle):** 폰을 돌리면 세로용·가로용으로 따로 만든 두 영상이 끊김 없이 바뀌는 퀴비의 재생 기술
  - 일반 화면 회전과의 차이: 같은 영상을 확대하거나 잘라 맞추는 방식과 달리, 연출이 다른 두 장면을 같은 시점에 배치
  - 검증 공백: 두 영상을 동시에 전송·전환하는 구현에는 이르렀으나, 시청 중 화면을 돌리는 행동이 구독료 지불로 이어지는지는 미확인

사례 8 — 세그웨이 (Segway)

산업·제품/모델: 퍼스널 모빌리티 (자기 균형 이동수단) / 완제품 제조 직판 **단절 지점:** PoC → PoM 오이행 (허무 지표를 신호로 오인)
TRL 도달/중단: 자기 균형 기술 구현(TRL 8) → 양산·출시(TRL 9) → 가격 수용성 미검증, 니치 용도에 정체 후 생산 중단

세그웨이는 자기 균형 기술로 도심 이동을 바꾸겠다며 발명가 딘 케이먼이 1999년 설립한 미국 기업이며, 주력 제품인 세그웨이 PT는 자이로 센서로 자기 균형을 잡는 1인용 이동수단이다. 2001년 출시 당시 기술적 완성도 자체는 문제가 되지 않았다. 문제는 시장 신호로 삼은 근거였다. 출시 전 벤처투자자 존 도어는 역사상 어느 기업보다 빨리 매출 10억 달러(1조 4천억 원 규모)에 이를 것으로 예측했고 언론은 이를 그해의 발명으로 다뤘으나[41], 실제 구매 행동과 가격 수용성은 같은 수준으로 확인되지 않았다.

가격은 개인 구매자가 감당하기 어려운 수준이었다. 세그웨이의 가격은 출시가 4,950달러(약 703만 원)에서 출발해 생산 종료 무렵 6천~1만 달러(약 852만~1,420만 원)에 이르렀고, 그 결과 경찰과 관광 사업자라는 좁은 용도에 갇혔다. 여기에 보도 통행 허용 여부가 지역마다 갈렸다는 점도 확산을 제약했다는 지적이 있다[41]. 결국 세그웨이 PT가 생산 중단 직전 해 모회사 나인봇 매출에서 차지한 비중은 1.5%에 그쳤고, 2020년 6월 단종으로 이어졌다[42]. 이는 허무 지표(Vanity Metrics, 3.3절)를 시장 신호로 삼은 경우에 해당한다. 세그웨이가 근거로 삼은 투자자의 매출 예측과 언론의 수상 보도는 모두 고객이 자원을 투입하지 않은 상태에서 나온 신호다. 구매 예약이나 선결제처럼 고객이 비용을 치르는 행동은 확인하지 않았다. 다만 지역별 규제처럼 시장 검증을 충실히 했더라도 해소되지 않는 외부 요인이 있었다.

사례 9 — 제록스 (Xerox)

산업·제품/모델: 사무기기·컴퓨팅 (워크스테이션) / 사무 자동화 시스템 공급 **단절 지점:** PoC → PoM 미이행(판정 게이트 미작동)
TRL 도달/중단: 알토 개념 증명(TRL 4) → 연구용에 8년 정체 → 스타 출시(TRL 9, 1981) 후 시장 철수

제록스는 복사기를 주력으로 삼는 미국의 사무기기 기업이다. 이 회사가 1970년 설립한 팔로알토연구소(PARC)는 그래픽 사용자 인터페이스, 마우스, 이더넷, 레이저 프린터를 잇달아 만들어 냈다[45]. 기술 검증만 보면 앞선 여섯 사례를 포함해 어느 곳에도 밀리지 않았다. 그러나 1973년의 알토(Alto)는 연구자용 플랫폼으로 설계된 시제품이었고, 연구소와 대학에 배포되었을 뿐 상업 판매되지 않았다[44].

상용화판인 스타(Star)는 1981년에 이르러 출시되었으나 대당 약 1만 6천 달러(현재 기준; 약 8,378만 원)에 해당하는 가격이었고, 이미 더 저렴한 개인용 컴퓨터가 시장에 나와 있었다[43]. 제록스는 이후 워크스테이션 시장에서 철수했다. 연구소의 성과가 복사기라는 주력 사업과 연결되지 않았고, 인쇄와 무관한 발명의 상업적 가치를 판단할 조직이 사업부 안에 없었다[45].

이는 두 게이트의 분리 판정(3.4절) 가운데 PoM 게이트가 아예 열리지 않은 경우에 해당한다. PoC 게이트는 연구소 안에서 통과했으나, 그 결과를 받아 시장성을 판정할 권한과 기준을 가진 주체가 없었다. 게이트는 No-Go를 내리는 장치이기 이전에 판정을 강제하는 장치다. 알토는 상품화 여부를 놓고 Go도 No-Go도 받지 못한 채 연구소에 머물렀고, 기술의 가치는 이후 그것을 시장에 연결한 다른 기업으로 옮겨 갔다[45].

다만 1970년대에는 개인용 컴퓨터 시장 자체가 아직 없었고, 알토의 부품값은 대중 가격에 닿지 않았다. 원가 하락을 기다렸다는 판단은 그 자체로 잘못이 아니다. 문제는 기다리기로 했다는 판단조차 남아 있지 않다는 점이다. 재검토 시점을 정해 둔 곳도, 어느 조건에서 상품화로 전환할지를 적어 둔 곳도 없었다.

주요 용어 설명

- **세그웨이(Segway Inc.):** 딘 케이먼이 1999년 미국 뉴햄프셔에 세운 개인용 이동수단 기업. 2001년 세그웨이 PT를 내놓았으나, 이후 세 차례 새 주인을 맞는 동안에도 구매층은 경찰과 관광 사업자를 넘지 못함
  - [1]**세그웨이 매각(2009, 영국 지미 헤셀든)** → [2]**서밋 스트래티직 인베스트먼트 인수(2013, 미국)** → [3]**나인봇 인수(2015, 중국)**
- **알토(Alto):** 비트맵 화면·마우스·이더넷·겹침창을 한 데 모은 최초의 워크스테이션으로, 오늘날 개인용 컴퓨터의 원형
  - **스타(Star, 1981)**는 그 구성을 상용 제품으로 옮긴 판. 기술은 8년 앞섰으나 그 사이 더 싼 개인용 컴퓨터가 시장을 차지함

사례 10 —티코 3D(Tiko 3D)

산업·제품/모델: 3D 프린터 (티코 유니바디 3D 프린터)/크라우드펀딩 선주문 기반 양산 **단절 지점**: PoC 통과 후 양산 실패
TRL 도달/중단: 크라우드펀딩으로 시장 수용 확인(PoM 선행) → 시제품 작동 확인(TRL 6~7) → 양산 이행 실패(TRL 8~9), →사업 종료

티코 3D(Tiko 3D, 캐나다)는 개인용 3D 프린터를 개발하기 위해 창업한 신생 기업으로, 본체를 하나의 구조물로 만들어 정렬 오차를 줄인 델타형 제품 티코 유니바디 3D 프린터(Tiko Unibody 3D Printer)를 179달러에 내놓겠다고 밝혔다[46]. 2015년 3월 30일 개설한 킥스타터 캠페인은 목표액 10만 달러(약 1억4천만원)를 첫날에 넘었고, 최종적으로 16,538명으로부터 295만 874달러(약 42억원)를 모아 당시 3D 프린터 분야에서 두 번째 규모를 기록했다[46]. 남은 과제는 그 물량을 약속한 품질로 만들어 내는 일이었다.

그러나 티코가 놓친 것은 시제품과 양산품이 서로 다른 공정을 거친다는 점이다. 수작업으로 깎은 시제품과 금형으로 찍어 낸 양산품은 공차도 재질도 같지 않아, 설계를 그대로 옮긴다고 성능이 재현되지 않는다. 이 간극을 메우는 장치가 소량 시험생산이다. 몇십 대를 먼저 만들어 보면 금형 수정과 부품 교체를 소규모 비용으로 끝낼 수 있다. 티코는 이 단계를 두지 않아 결함을 출하 뒤에야 확인했고, 바로잡으려면 금형을 다시 떠야 했으나 그 시점에는 이미 물량 전체의 부품을 확정해 둔 뒤였다. 이는 통제된 환경에서 기술이 의도대로 작동하는지를 확인하는 데서 실증을 멈추고, 생산 환경에서의 실증을 수행하지 않은 경우(3.2절)에 해당한다.

결국 일부 물량은 실제로 출하됐으나 수령자들은 제품이 결함이 있고 정밀도가 떨어진다고 지적했다[47]. 출하는 세 차례 밀렸고(^{1차} '15.11 → ^{2차} '16 → ^{3차} '17), 후원자 대부분은 끝내 제품을 받지 못한 채 티코는 2017년 11월 사업을 종료했다[47]. 앞의 세 사례가 시장의 반응을 확인하지 못해 멈췄다면, 이번 사례는 확인한 반응을 양산으로 받아내지 못했다.

크라우드펀딩 미달은 PoM의 실패인가?

크라우드펀딩에서 목표액을 채우지 못해 프로젝트가 종료되는 일은 흔히 PoM의 실패로 읽힌다. 검증과 자금 조달이 한 절차에 묶여 있어, 미달이 곧 사업 중단으로 이어지기 때문이다.

그러나 PoM은 시장 수용을 재는 절차이지 수용 그 자체가 아니다. 3.4절이 Go와 No-Go를 모두 게이트의 정상 출력으로 둔 것처럼, 목표액 미달은 게이트가 No-Go를 내렸다는 뜻이다. 실패한 것은 '이 가격에 이만큼 팔릴 것이다'라는 시장 가설이지 검증 절차가 아니다.

펀딩의 미달과 초과 달성의 손실 규모는 같지 않다. 미달 프로젝트의 손실은 캠페인 준비 비용에 그치지만 게이트를 통과한 뒤 받아낸 수요를 양산으로 옮기지 못한 티코3D는 16,538명의 후원금을 받고도 사업 종료에 이르렀다.

다만 목표액 미달을 곧바로 수요 없음으로 읽을 수는 없다. 노출과 홍보가 부족해 미달한 경우와 수요 자체가 없어 미달한 경우가 같은 결과로 나타나므로, 이 게이트의 No-Go는 가설을 기각할 근거는 되지만 기각 사유까지 알려 주지는 않는다.

주요 용어 설명

- **킥스타터 (Kickstarter)**: 2009년 미국에서 출발한 크라우드펀딩 플랫폼으로 창작·디자인·게임·기술 분야의 프로젝트를 후원자에게 직접 소개하고 자금을 모음.
  - 기간 안에 목표액을 채우지 못하면 한 푼도 집행하지 않는 전부 아니면 전무(all-or-nothing) 방식

네 사례는 검증을 아예 하지 않아 실패한 것이 아니다. 미흡한 것은 한 검증에서 다음 검증으로 넘어가는 이행이었다. 퀴비는 지불 의사를 묻는 소규모 실증을, 세그웨이는 관심과 지불을 구분하는 판단을, 제록스는 연구 성과를 받아 상품화를 판정할 주체를, 티코는 선주문을 감당할 양산 실증을 각각 생략했다. 앞의 세 사례에서 기술은 모두 작동하는 수준에 이르고도 시장으로 건너가지 못했으며, 티코에서는 시장이 먼저 응답했으나 그 응답을 감당할 양산 체계를 갖추지 못했다. 앞의 여섯 사례가 조건에 맞춰 연결 구조를 다시 짜서 데스밸리를 건넜다면, 이 네 사례는 검증 사이의 이행을 비워 둔 채 다음 단계로 나아갔을 때 상용화가 어느 지점에서 멈추는지를 보여준다.

[표 4-2] 사례별 실패 요인과 결과

사례	진행 경과	실패 요인	결과
퀴비	시장 가설 미실증 상태에서 대규모 자금* 조달, 전면 출시 *(17.5억 달러, 약 2조 5천억 원)	▪(내부 요인) 실질적 자원 투입 행동(Committed Action)을 성공 기준으로 삼지 않음(3.1절) ▪(외부 요인) 팬데믹과 겹친 출시	▪ 출시 6개월 만에 종료 ▪ 구독자 목표 미달* *(50만 명 / 1년 차 목표 740만 명)
세그웨이	투자자 매출 예측과 언론 호평을 시장 수용 근거로 삼아 양산 착수	▪(내부 요인) 허무 지표(Vanity Metrics)를 시장 신호로 채택(3.3절) ▪(외부 요인) 지역별로 갈린 보도 통행 규제	▪ 높은 가격*으로 경찰, 관광 용도에 그침 ▪ 2020년 6월 생산 중단 *(6천~1만 달러/대)
제록스	개념 증명 플랫폼(알토, 1973) 개발 후 연구용에 머물렀음	▪(내부 요인) PoM 게이트 판정 주체 부재(3.4절) ▪(외부 요인) PC 시장 미형성, 높은 부품 원가	▪ 판정 없이 8년 경과 ▪ 상용화 제품 출시 후 철수* *(1981년, 스타, 1만 6천 달러/대)
티코 3D	킥스타터 295만 달러 모금*, 시제품 작동 확인 후 양산 착수 *(약 42억 원)	▪(내부 요인) 소량 시험생산 생략, 시제품 성능을 양산 성능으로 간주(3.2절) ▪(외부 요인) 선주문 부품 일괄 확정	▪ 후원자 16,538명 대부분 미수령 ▪ 2017년 11월 사업 종료* *(출하 3회 연기, 성능 미달)

주: 원화 환산액은 2026년 8월 환율(1달러 약 1,420원, 1파운드 약 1,925원) 기준 근사치임
출처: 저자 작성

앞의 여섯 사례를 나란히 놓으면 PoC와 PoM의 순서는 산업별로도, 기업별로도 같지 않았다. 리가켐바이오사이언스는 기술이전으로 PoC를 둘로 나눴고, 바이컴은 구매 약정으로 PoM을 앞에 놓았으며, 솔트룩스와 토스는 운영 속에서 둘을 동시에 돌렸다. 정해진 순서가 있어서 건널 것이 아니라, 자본 사정·규제·수요처의 조건에 맞춰 순서를 다시 짠 것이 공통점이었다.

반면 뒤의 네 사례는 순서를 재설계하는 대신 검증 단계 하나를 비워 둔 채 다음 단계로 나아갔다. 두 집단을 가른 것은 기술력이나 자본력이 아니다. 갈린 지점은 검증을 어느 순서로 배치하고, 그 결과를 누가 받아 다음 단계를 판정하게 했는가에 있었다. 빠짐없이 수행한 여섯 사례는 투입한 자원을 시장의 성과로 회수하며 데스밸리를 건넜고, 그러지 못한 네 사례는 기술과 자본을 먼저 쌓고도 그 지출을 되돌리지 못한 채 종료·철수·청산으로 끝났다. 검증 단계를 빠짐없이 수행했는지가 투입한 자원의 회수 여부를 갈랐다.

※ 본 장의 사례 분석은 주요 공개 자료(언론 보도, 기업 공시, 학술 문헌)와 함께 일부 기업의 현장 인터뷰를 바탕으로 작성되었으며, 기술 사업화 검증 구조(PoC·PoM)를 분석하기 위한 목적으로 재구성되었음

기술 검증(PoC)과 시장 검증(PoM)의 개념·절차·현장 적용을 차례로 따라가 보면, 하나의 정답 구조는 어디에도 없다. 같은 PoC·PoM 개념이라도 산업의 성격과 기업의 조건에 따라 서로 다른 모양으로 채워지고, 두 검증을 어떤 순서와 방식으로 연결하는지도 어느 곳에 고정되어 있지 않다.

이 다양성을 관통하는 한 줄기는, 통용되는 일반론이 정해 둔 PoC의 자리와 현장이 실제로 적용하는 자리가 산업마다 어긋난다는 점이다. 표준 기술성숙도(TRL) 척도는 PoC를 실험실에서 개념을 입증하는 초기 단계(TRL 3)에 둔다. 그러나 사례에서 그 위치는 고정되어 있지 않았다. 신약 분야는 인체 유효성을 확인하는 임상 2a상(TRL 7)에 이르러서야 진정한 PoC가 확인된다고 보았고, 진단처럼 시장 수요가 선행하는 영역에서는 인허가 통과 속도가 PoC의 자리를 대신했다. 소프트웨어에서는 운영과 검증의 경계가 흐릿해 PoC가 상용 운영까지 밀리거나 최소 기능 출시와 한 몸이 되었으며, 하드웨어에서는 고객 현장이나 구매 약정이라는 조건이 PoC의 시점과 성격을 다시 규정했다.

이 어긋남은 기술 검증(PoC)에만 국한되지 않는다. 시장 검증(PoM) 역시 정해진 자리를 갖지 않았다. 신약은 임상 데이터를 근거로 한 기술이전 계약에서, 진단은 인허가 통과에서, 소프트웨어는 실사용 트래픽에서, 하드웨어는 고객사 도입 계약이나 사전 구매 약정에서 시장 수용이 확인되었다. 같은 'PoM 성공'이라도 그것을 증명하는 사건이 산업마다 전혀 달랐던 것이다.

이는 PoC·PoM 검증을 바라보는 관점의 전환을 요구한다. 검증의 성패를 가르는 것은 개별 기술의 우수성이나 학술적 절차의 완벽한 이행이 아니라, 두 검증을 잇는 연결 구조를 어떻게 설계하느냐에 달려 있다. 특히 대규모 자원을 선제적으로 동원하기 어려운 중소기업일수록, 자사가 맞닥뜨린 규제 요건과 동원 가능한 자본을 먼저 확인하고, 검증의 순서를 그에 맞게 재배치해야 한다. 다만 순서를 바꾸는 것과 검증을 생략하는 것은 다르며, 뒤로 미룬 검증은 상용화 이전에 반드시 메워야 한다. 앞서 살펴본 데스밸리를 건넌 기업들이 보여준 것은 정해진 절차를 그대로 따른 것이 아니라, 자신의 조건에 맞게 검증 구조를 다시 짠 것이었다.

다음 게이트로 이어지지 못한 네 사례는 그 연결을 빼먹을 때 상용화가 어디서 멈추는지를 거꾸로 보여 준다. 퀴비는 기술에서 시장으로 넘어가는 이행을 건너뛰었고, 세그웨이는 잘못된 신호를 시장 반응으로 오인했으며, 제록스는 이행을 판정할 주체를 두지 않았고, 티코 3D는 시장이 먼저 응답했으나 그 응답을 양산으로 받아낼 체계를 갖추지 못했다. 앞의 여섯 기업과 이 네 기업을 가른 것은, 결국 두 검증을 잇는 설계였다. 그 재조립의 기준은 남이 정해 줄 수 없으며, 오직 자사가 처한 조건을 직시하는 데서 나온다.

그러므로 상용화를 앞둔 기업이 자신에게 던져야 할 질문은 세 가지다. 우리 산업에서 PoC와 PoM은 각각 어느 지점에서 판가름 나는가, 두 검증 사이의 이행을 누가 판정하는가, 그리고 그 이행을 감당할 자원을 언제 투입할 것인가. 세 물음에 답할 수 있다면 순서를 바꾸는 선택은 편법이 아니라 설계가 된다.

· 발 행 일 : 2026년 9월 1일
· 저 자 : 중소기업기술정보진흥원 정책지원실 강철형 전문위원
· 발 행 처 : 중소기업기술정보진흥원
· 주 소 : 세종특별자치시 집현중앙로 79, 중소기업기술정보진흥원
· 전 화 : 044-300-0475
· 본 저작물은 중소기업기술정보진흥원에서 작성하여 공공누리 제2유형으로 개방하였으며, 기관 홈페이지에서 무료로 다운로드하실 수 있습니다.
· 본 저작물 내 데이터 표 및 분석 도식은 저자가 직접 작성하였으며, 그 외 이해를 돕기 위해 사용된 삽화 및 배경 이미지는 생성형 AI(Google Gemini)가 제작한 이미지를 바탕으로 재가공하였습니다.
· 본 저작물의 내용은 저자의 주관적인 의견으로 중소기업기술정보진흥원의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

참고문헌 (References)

[1] Mankins, J. C. (1995). Technology readiness levels: A white paper. NASA, Office of Space Access and Technology.

[2] National Center for Advancing Translational Sciences. (n.d.). Translational science spectrum. National Institutes of Health. https://ncats.nih.gov/translation/spectrum

[3] Chesbrough, H. W. (2003). Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology. Harvard Business School Press.

[4] Boston Consulting Group, & Hello Tomorrow. (2021). Deep tech and the great wave of innovation.

[5] Blank, S. (2013). Why the lean start-up changes everything. Harvard Business Review, 91(5), 63–72.

[6] Blank, S. (2013). The four steps to the epiphany: Successful strategies for products that win (2nd ed.). K&S Ranch.

[7] Ries, E. (2011). The lean startup. Crown Business. (국역: 에릭 리스, 『린 스타트업』, 인사이트, 2012)

[8] Seibel, M. (n.d.). The real product-market fit. Y Combinator Startup Library. https://www.ycombinator.com/library/5z-the-real-product-market-fit

[9] 「기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률」 제2조 제3호.

[10] Auerswald, P. E., & Branscomb, L. M. (2003). Valleys of death and Darwinian seas: Financing the invention to innovation transition in the United States. Journal of Technology Transfer, 28(3–4), 227–239.

[11] U.S. Department of Defense. (2011). Technology readiness assessment (TRA) guidance.

[12] Cooper, R. G., & Sommer, A. F. (2016). The agile–stage-gate hybrid model: A promising new approach and a new research opportunity. Journal of Product Innovation Management, 33(5), 513–526. https://doi.org/10.1111/jpim.12314

[13] Cooper, R. G. (2008). Perspective: The stage-gate® idea-to-launch process—Update, what's new, and NexGen systems. Journal of Product Innovation Management, 25(3), 213–232. https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2008.00296.x

[14] 국가과학기술지식정보서비스(NTIS), 한국산업기술평가관리원. 「기술성숙도(TRL)」: 국가연구개발사업 기술성숙도 평가 기준.

[15] 리가켐바이오사이언스. (2023). LCB84(TROP2-ADC) 기술이전 계약 체결 [보도자료]. https://www.legochembio.com/media/press_view.php?lang=k&sc_seq=593

[16] 레인보우로보틱스. (n.d.). 로보에테크놀로지—RB20-1900 팔레타이징 자동화 [사례] https://www.rainbow-robotics.com/case_study/RoboeTechnologies-1

[17] 전자신문. (2023, 3월 30일). 국산 한국어 AI '엑소브레인' 국내 생태계 조성 기여…2300여개 기관서 사용. https://www.etnews.com/20230330000074

[18] 전자신문. (2023, 9월 7일). 솔트룩스 '루시아' 공개…국내 중소기업 첫 초거대AI 출시. https://www.etnews.com/20230907000368

[19] 중소벤처기업부 기술개발과. (2023, 11월 21일). 기술협력으로 열어가는 대·중소기업 상생을 위한 미래 [보도자료]. https://www.mss.go.kr/site/smba/ex/bbs/View.do?cbIdx=86&bcIdx=1043039

[20] 「코로나19 진단키트 긴급승인에 합류한 에스디바이오센서, 매주 10만 키트 생산 중」, 메디게이트뉴스, 2020.03; 「진단키트 7억 개…삼바보다 7배 더 번 SD바이오센서」, 한국경제, 2021.07.01.

[21] 비바리퍼블리카(토스). 「이승건 비바리퍼블리카 대표, 간편 송금 서비스로 8전9기 신화 쓴 치과의사」, 한국경제, 2019년 6월 18일; 「[Who Is?] 이승건 비바리퍼블리카 대표이사」, 비즈니스포스트, 2023.

[22] Abbas, A., & Nomvar, M. (n.d.). Commercial readiness level (CRL): A nine-point scale synchronised with TRL. Scimita Ventures. https://scimitaventures.com/development-commercialisation-dc-centre

[23] Andreessen, M. (2007). The only thing that matters (product/market fit). pmarca blog.

[24] United Nations Industrial Development Organization. (1978). Manual for the preparation of industrial feasibility studies. UNIDO. (개정판: Behrens, W., & Hawranek, P. M., 1991)

[25] Australian Renewable Energy Agency. (2014). Commercial readiness index for renewable energy sectors. ARENA.

[26] Imperial Clinical Research Services. (n.d.). Clinical research phases and the path to drug approval; 생명공학정책연구센터(BioIN). (2017). 「신약 연구개발 전략, 'Quick Win, Fast Fail'」 (BioINwatch 17-64).

[27] 「[약가인하 논쟁] 연구와 개발을 넘어서」, 바이오타임즈, 2026년 3월; 「지놈앤컴퍼니, '전임상 기술이전'으로 글로벌 빅딜 문턱 넘을까」, 청년의사, 2026.

[28]「에임드바이오, 전임상·임상 단계 ADC 기술이전으로 3조원 성과」, 이데일리 마켓in, 2025. https://marketin.edaily.co.kr/News/ReadE?newsId=02555126645482704
[29] ISO 16290:2013, Space systems—Definition of the technology readiness levels (TRLs) and their criteria of assessment; NASA. Technology readiness levels.
[30] British Institute of Non-Destructive Testing. (n.d.). Commercial readiness level (CRL). Index of acronyms. https://www.bindt.org/What-is-NDT/Index-of-acronyms/C/crl/
[31] Nomvar, M. (2024). Better management of innovation and commercialisation. Australian Manufacturing Forum. https://www.aumanufacturing.com.au/better-management-of-innovation-and-commercialisation-by-mobin-monvar
[32] Pearce, D. W. (1983). The origins of cost-benefit analysis. In Cost-benefit analysis (2nd ed., pp. 13–27). Macmillan.
[33] Staw, B. M. (1981). The escalation of commitment to a course of action. Academy of Management Review, 6(4), 577–587. https://doi.org/10.5465/amr.1981.4285694
[34] Schmidt, J. B., & Calantone, R. J. (2002). Escalation of commitment during new product development. Journal of the Academy of Marketing Science, 30(2), 103–118. https://doi.org/10.1177/03079459994362
[35] Deloitte. (2024). Measuring the return from pharmaceutical innovation 2024. Deloitte Centre for Health Solutions.
[36]「너도나도 ADC 주도권 잡아라... 바빠진 글로벌 CDMO들」, 히트뉴스, 2025년 5월 27일. https://www.hitnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=64985
[37] 식품의약품안전처·범부처전주기의료기기연구개발사업단·KMEDIhub·KBIOHealth. (2023).「의료기기 규제과학 마일스톤 Ver 2.0 (체외진단 의료기기)」.
[38]「'ADC 데이터의 해' 맞은 리가켐바이오…관건은 독성 관리」, 조선비즈, 2026년 5월 19일. https://biz.chosun.com/science-chosun/bio/2026/05/19/6KXG46E6GBCBTK
[39] Spangler, T. (2020, October 21). Quibi is reportedly shutting down after failing to find a buyer. Variety. https://variety.com/2020/digital/news/quibi-officially-shuts-down-1234842926/
[40] Quibi officially announces it's shutting down. (2020, October 21). CNBC. https://www.cnbc.com/2020/10/21/quibi-to-shut-down-after-just-6-months.html
[41] Lynch, M. (2020, June 29). The demise of the Segway is a cautionary tale for technological optimists. Forbes. https://www.forbes.com/sites/michaellynch/2020/06/29/the-demise-of-the-segway-is-a-cautionary-tale-for-technological-optimists/
[42] The Segway is officially over. (2020, June 23). CNN Business. https://www.cnn.com/2020/06/23/tech/segway-pt-shut-down
[43] National Museum of American History, Smithsonian Institution. Xerox 8010 Star Information System [Object record]. https://americanhistory.si.edu/collections/object/nmah_1064205
[44] Computer History Museum. (2014, October 21). Computer History Museum adds historic Xerox Alto source code to its software source code series [Press release]. https://computerhistory.org/press-releases/xerox-alto/
[45] Viki, T. (2017, July 1). As Xerox PARC turns forty-seven, the lesson learned is that business models matter. Forbes. https://www.forbes.com/sites/tendayiviki/2017/07/01/as-xerox-parc-turns-forty-seven-the-lesson-learned-is-that-business-models-matter/
[46] Tiko 3D. (2015). Tiko — The Unibody 3D Printer [Crowdfunding campaign]. Kickstarter. https://www.kickstarter.com/projects/tiko3d/tiko-the-unibody-3d-printer
[47] Tiko 3D: How to get a partial refund. (2017, December 4). All3DP. https://all3dp.com/tiko-in-trouble-layoffs-tight-financial-situation-shippings-delayed/
[48] EARTO. (2014). The TRL Scale as a Research & Innovation Policy Tool, EARTO Recommendations. European Association of Research and Technology Organisations. https://www.earto.eu/wp-content/uploads/The_TRL_Scale_as_a_R_I_Policy_Tool_-_EARTO_Recommendations_-_Final.pdf