

AX 전략 수립

R&D AI Reality Check: 현황·한계 그리고 향후 방향

글 | Ackerton Partners, AIM본부 김성건 Director
Ackerton Partners, AIM본부 신요한 시니어컨설턴트
Ackerton Partners, AIM본부 박성호 컨설턴트



01 · R&D 경쟁력 강화를 위한 AI 필요성

02 · 진화하는 글로벌 R&D AI 트렌드

03 · R&D 영역 특성에 기인한 AI 적용 한계와 이슈

04 · R&D AI 전략 방향성

R&D 경쟁력 강화를 위한 AI 필요성

- AI는 '문헌·특허 분석', '실험 조건 최적화', 'Virtual 실험 환경 조성 기반 시뮬레이션' 등을 통해 **R&D 전반의 탐색 효율을 제고하고 연구 리드타임 단축을 가능하게 하는 전략적 도구로 부상하고 있다.**
- 고차원·복합 문제 증가 환경에서 **AI는 복잡성·불확실성·비효율성을 완화하며 R&D 경쟁력의 핵심 인프라로 기능한다.**

진화하는 글로벌 R&D AI 트렌드

- 글로벌 선도 기업들은 **Virtual(Digital Twin), Connectivity (Digital Thread), Prediction(AI 기반 예측·최적화)** 관점에서 **R&D AI 활용을 확대하며 실험 효율과 의사결정 수준을 고도화**하고 있다.
- AI는 가상 실험을 통한 비용·리스크 절감, 전주기 데이터 연결을 통한 통합 분석, 예측 기반 의사결정을 통해 R&D 생산성과 품질을 동시에 향상시키고 있다.

R&D 영역 특성에 기인한 AI 적용 한계와 이슈

- R&D는 새로운 가설과 메커니즘을 탐색하는 영역으로, **AI는 학습 데이터 범위를 벗어난 상황에서 추론 신뢰도와 설명 가능성에 한계**를 가진다.
- 데이터 비표준화, 메타데이터 부족, 물리·안전·규제 제약 등으로 인해 완전 자동화보다는 전문가 검증을 전제로 한 활용이 불가피하다.

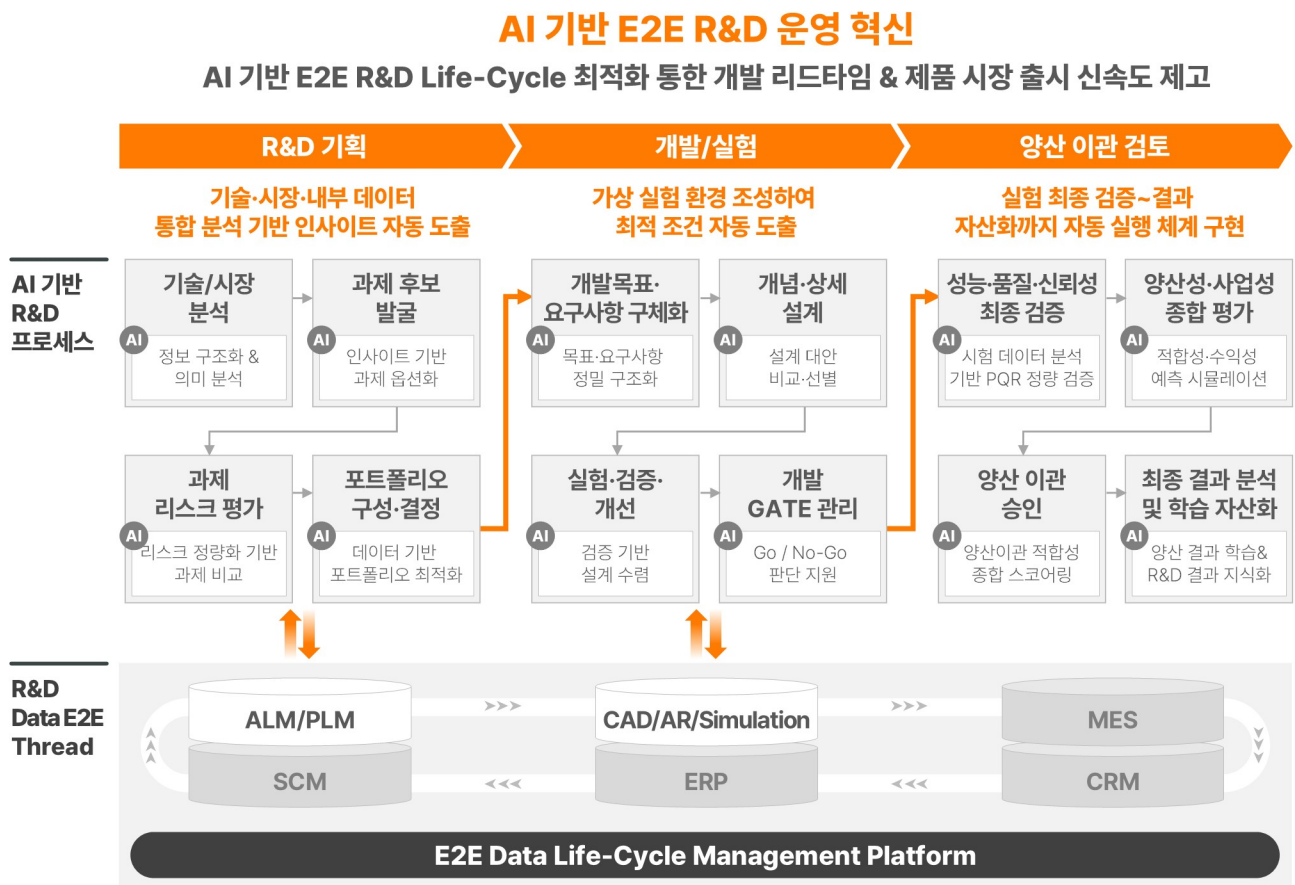
R&D AI 전략 방향성

- R&D AI는 연구자를 대체하는 자동화가 아니라, **연구자의 전문적 판단을 보조·확장하는 Human-in-the-loop 기반 Researcher-Centric 전략**으로 설계되어야 한다.
- Expert Feedback Loop, Explainable AI, 고품질 데이터 자산화(Lakehouse), 외부 전문가 협업을 통해 **AI 신뢰성 확보와 조직 내 지속 가능한 R&D AI 역량 내재화**가 핵심 과제이다.

01 R&D 경쟁력 강화를 위한 AI 필요성

디지털 전환 가속으로 R&D 환경의 복잡성과 불확실성이 확대되는 가운데, **기존 인력 의존형 R&D 운영**은 개발 효율성과 완성도 측면에서 제약 요인으로 작용한다. 이러한 변화 속에서 **AI는 R&D의 본질적 과제인 복잡성·불확실성·비효율성을 완화할 수 있는 전략적 도구**로 주목받고 있다. 본 장에서는 R&D 분야에서 AI가 요구되는 배경을 E2E R&D 운영 관점에서 분석한다.

[그림 1] E2E R&D 주요 단계 별 AI 적용 방식



1.1 기획 단계

반도체·제조업 분야에서는 R&D 기획 단계에서 AI를 활용한 데이터 통합 분석이 핵심 트렌드로 부상하고 있다. 주요 기업들은 공정, 설계, 장비, 소재 등 내부 기술 데이터와 특허, 논문, 표준, 경쟁사 기술 동향, 시장 로드맵 등 외부 정보를 결합하여 기술 전략 수립의 정교화를 추진하고 있다.

AI 기반 분석은 공정, 설계, 장비, 성능·수율 지표 조건 간 복합적인 상관관계를 가시화함으로써 기술 진화 경로와 잠재적 병목 요인을 식별하는데 활용되고 있으며, 이를 통해 차세대 **기술·성능 방향, 공정 성숙도와 양산 전환 가능성을 고려한 중장기 기술 로드맵 수립이 가능**해지고 있다.

나아가 AI는 개발 난이도, 투자 규모, 성공 가능성, 사업 기여도 등을 종합적으로 평가함으로써 R&D 과제 포트폴리오 구성과 투자 우선순위 설정 등 **전략적 의사결정을 지원하는 핵심 도구로 자리매김할 것으로 기대**된다.

1.2 개발/실험 단계

반도체·제조업 R&D 개발/실험 단계에서는 AI와 디지털 트윈 기술을 결합한 가상 실험 환경 구축이 주요 적용 사례로 확산되고 있다. 이러한 환경에서 기업들은 제품 구조, 장비 조건, 공정 파라미터 등 다양한 설계·운영 변수를 가상 공간에서 사전 검증하고 있으며, 실제 실험 이전에 다수의 시나리오를 병렬적으로 평가함으로써 개발 리스크를 최소화하고 있다.

AI 기반 분석은 구조-장비-공정 조건 간 복합적인 상호작용을 정량적으로 평가하여 성능, 수율, 안정성 측면에서 유의미한 설계안을 선별하는데 활용되고 있으며, 이를 통해 최적 설계안 도출과 개발 기간 단축이 동시에 이루어지는 추세다.

1.3 최종 결과 분석 단계

R&D 최종 결과 분석 단계에서는 머신러닝과 통계 기반 AI 기술이 실험 결과, 공정 데이터, 장비 이력, 시뮬레이션 산출물 등 이질적인 연구 데이터를 통합 분석하는 핵심 수단으로 활용되고 있다. **AI 기반 모델은 다변량·비선형 관계를 학습**하여 성능과 수율에 영향을 미치는 **핵심 변수를 식별하고, 기존 가설로 설명되지 않던 잠재적 영향 요인을 도출**하는데 기여한다.

이러한 분석 결과는 성공 가능성이 높은 차기 연구 조건과 실험 방향을 제안하는데 활용되며, 동시에 분석 과정과 인사이트는 모델, 규칙, 피처, 구조 형태로 축적되어 반복 적용 가능한 R&D 지식 자산으로 전환되는 추세다.



02 진화하는 글로벌 R&D AI 트렌드

글로벌 선도 기업들은 R&D 혁신을 위해 **Virtual, Connectivity, Prediction** 관점에서 AI 활용 범위를 확장하고 있으며, 이는 실험 효율 향상, 데이터 활용 극대화, 의사결정 고도화를 핵심 목표로 한다.

2.1 Virtual : 가상 실험 환경 조성 기반 테스트 소요 시간 단축 & 비용 감축

R&D 과정에서 반복되는 물리적 실험은 막대한 시간과 비용을 수반하며, 실패에 따른 리스크 또한 크다. 이를 최소화하기 위해 기업들은 실제 물리 환경을 가상으로 재현하는 **Digital Twin** 기반의 가상 실험 환경을 구축하고 있다.

[표 1] 글로벌 R&D AI Virtual 기술 적용 사례

조선 H사 - 설계 단계 사전 검증	
적용 내용	선박 설계 단계에서 구조·유체·진동 시뮬레이션을 적용하여 선체 구조 강도, 강재 소재 특성, 용접·조립 공정 조건을 가상 환경에서 검증
주요 효과	• 설계 오류 사전 제거 • 제작 리스크 최소화 • 재설계 및 재작업 비용 감소
전기차 T사 - 시제품 이전 품질 이슈 조기 식별	
적용 내용	Giga Casting 공정에 Digital Twin 기반 구조·열·응고 시뮬레이션을 적용하여 내부 기공, 열 변형, 응력 집중에 따른 균열을 사전 분석
주요 효과	• 대형 주조 구조물 품질 안정화 • 시제품 재작업 최소화 • 양산 초기 불량률 감소
반도체 H사 - 병렬 실험을 통한 최적 조건 도출	
적용 내용	가상 계측(Virtual Metrology) 솔루션을 통해 수만 장의 웨이퍼를 가상 계측하고 공정 산포 및 변동성을 분석
주요 효과	• 공정 변동(Process Variation) 약 29% 감소 • 실험 반복 횟수 축소 • 개발 리드타임 단축 및 R&D 비용 절감

더 많은 내용을 보시려면

파일 다운받기

버튼을 눌러주세요