

20년 제조 현장 경험, AI.BP 하나의 플랫폼으로

차세대 통합 스마트제조 솔루션의 실증 경험이 AI.BP의 토대가 되었습니다

수만 개의 센서에서 발생하는 대용량 제조 데이터를 실시간으로 수집·분석해 예지정비, 이상상황 예측, 에너지 최적화까지 지원해온 실증 경험을 AI.BP 표준 플랫폼으로 재구성했습니다.

기존 시스템의 한계

- RDBMS 중심 레거시 MES — 센서 증가 시 비용·지연 급증
- 대용량·초단위 데이터의 실시간 분석에 한계
- 표준화되지 않은 스마트제조 플랫폼, 보안 우려로 데이터 활용 저조

실증된 처리 성능

76,660건/초 실시간 수집 처리량 (22만건·2.9초)	76,209행/초 대용량 적재 (1,890만건·4분8초)	70여개 실시간 전력데이터 파라미터	5~15% 에너지 소비 절감 기대효과
---	--	----------------------------------	-----------------------------------

AI.BP로의 진화

Edge 실시간 수집 → Cloud 빅데이터·AI 분석 → BI 리포트·예지정비·이상탐지 서비스로 이어졌던 실증 구조가, AI.BP의 ①Data Extraction~⑤Agentic AI 5계층 표준 플랫폼으로 발전했습니다.

AI.BP가 제공하는 것

- ✓ 실시간 대용량 센서 데이터 수집·처리 (검증된 처리 성능)
- ✓ 업종에 무관한 표준화된 5계층 아키텍처로 빠른 구축
- ✓ 예지정비·이상탐지·에너지최적화 등 다양한 제조 도메인 적용

다양한 제조 현장에 검증된 AI.BP 적용력

에너지·신발·반도체 — 이질적인 3개 산업에서 실증된 확장성

CASE 1 · ENERGY

실시간 에너지 모니터링·최적화

대학 캠퍼스 전력데이터 실시간 수집 및 ICT 빅데이터 최적화

- 전압·전류 등 70여개 파라미터를 Gateway로 실시간 수집, Real-Time DBMS에 초단위 적재
- 실시간모니터링·피크효율관리·패턴예측·지능형서비스 4대 기능으로 에너지 빅데이터 운영
- 월 전력요금 대비 5~15% 절감 기대 (사용자 맞춤 정보 제공으로 사용량 절감 유도)

CASE 2 · FOOTWEAR

신발 제조 스마트팩토리

Cloud + BigData + CPS 기반 전 공정 통합관리 시스템

- 주문(B2C)~설계 데이터 생성~생산지시~동적 스케줄링~자원할당까지 지능형 자동화
- 갑피 제조 자동화 + 미드솔·아웃솔·인솔 3D프린팅 자동화 시스템 연계
- 빅데이터 플랫폼이 공정/센싱 정보를 분석·최적화 지원, CPS 피드백으로 실시간 제어

CASE 3 · SEMICONDUCTOR

반도체 설비 예지보전

터키 국제공동과제 — AI 분석기술 기반 품질 향상 및 결함 예측

- 설비고장이력·설비상태 데이터(압력·온도·밀도·전압·진동)·품질정보 통합 분석
- 통계분석·기계학습·시계열분석을 결합해 설비고장 예측모형 개발
- 설비고장 예측·파라미터 최적화·실시간 모니터링으로 비가동시간 감소, 생산성·품질 향상

파단 3~5초 전, AI가 먼저 경보한다

이차전지 R2R 공정 파단 전조 신호 탐지를 위한 예측 기반 조기경보 시스템 (충북대 박사학위논문)

Roll-to-Roll 이차전지 전극 공정에서 파단(fracture) 발생 3~5초 전 미세 전조 신호를 실시간으로 포착하는 End-to-End AI 프레임워크로, AI.BP 5계층(①~⑤)을 가장 완성도 높게 구현한 사례입니다.

왜 필요한가

- R2R 연속공정 특성상 미세 편차가 후속 공정에 누적되어 품질 불안정으로 이어짐
- 파단 이벤트의 극단적 희소성(클래스 불균형) + 3~5초 이내 실시간 대응 요구
- 예측 정확도만으로는 불충분 — 설명가능성·실시간성·장비 간 전이성이 동시에 요구됨

핵심 기술 구조 (End-to-End 파이프라인)



→ *Airflow 기반 MLOps 파이프라인으로 통합, 신규 장비(머신B)에도 구조 변경 없이 전이 검증 완료*

실증 성능

11~12초 평균 조기 탐지 리드타임	67%↓ KD-INT8 모델 크기 압축	27배↑ 추론 속도 향상 (지연 1.1ms)	0% LLM 보고서 오류율 (전문가 검증)
-------------------------	--------------------------	-----------------------------	-------------------------------

※ R^2 유지율 약 99.8%, RMSE 유지율 97~100%로 경량화 이후에도 예측 정확도 손실 최소화. GPU 메모리 사용량 약 40% 감소(6.27→4.03GB), 처리량 약 900 samples/s 확보.

산업적 의의

- ✓ 품질 불안정 사전 차단 — 편차가 누적되기 전 이상 신호를 포착해 선제적 대응
- ✓ Airflow 자동 흐름 + LLM 보고서로 운영자 개입 최소화, 원인 파악~대응 속도 향상
- ✓ YAML 설정 전환만으로 신규 장비 전이 — 코드·모델 구조 변경 없이 구조적 일반화 확보

AI.BP 활용 시스템 아키텍처 — Smart Factory 4대 적용 사례

4개 실증 사례는 AI.BP의 ①Data Extraction·②Data Product·③AI Model 계층에서 이미 실증 완료되었습니다. 특히 ★Case 4(이차전지 R2R)는 ④Industrial LLM(자동 보고서)·⑤Agentic AI(HITL 의사결정 지원)까지 실증을 완료한 유일한 사례로, AI.BP 5계층 전체가 실제로 작동함을 보여주는 레퍼런스입니다.

AI.BP 플랫폼 계층	단계	Case 1 · 에너지	Case 2 · 신발	Case 3 · 반도체	Case 4 · 이차전지 R2R★
⑤ Agentic AI Multi-Agent · Decision Agent	확장 로드맵	이상징후 감지 시 자동 알람·경보 Agent	CPS 피드백 기반 자동 공정 제어 Agent	예측 기반 자동 정비지시 Decision Agent	HITL 전문가 검증 기반 의사결정 지원 (실증)
④ Industrial LLM GraphRAG · Report Gen	확장 로드맵	에너지 리포트·이상징후 알림 자동 생성	생산 현황 통합 리포트 자동 생성	품질·설비결함 분석 리포트 자동 생성	IG·SHAP·Attention → LLM 자동 보고서 (오류율 0%, 실증)
③ AI Model Batch/실시간 Bigdata 분석 · ML	실증 완료	실시간 패턴분석 + 에너지소비 예측 모델	동적 스케줄링·자원할당 최적화 모델	통계·기계학습·시계열 기반 설비고장 예측모형	Hybrid CNN-Transformer 예측 + 잔차 이상탐지 + KD-INT8 경량화
② Data Product Real-Time DBMS · Data Hub	실증 완료	초단위 전력데이터 Real-Time DBMS 적재·축적	Legacy(ERP·PLM·WMS·SCM) 연계 공정·자재 데이터 허브	설비고장이력·설비상태·품질 정보 통합 데이터셋	InfluxDB 기반 다변량 시계열 저장 + 전처리·특징생성 파이프라인
① Data Extraction IoT Sensor · Edge 실시간 수집	실증 완료	전력량계·전류전압 센서 70여 개 항목 실시간 수집(76,660건/초)	공정/센싱정보, AGV·로봇 설비신호 실시간 수집	압력·온도·밀도·전압·진동 설비센서 실시간 수집	R2R 코팅 라인 다변량 센서 시계열 실시간 수집(머신 A·B)