

인사이트

브린올프슨 등 연구진이 본 미국 공장은 AI를 도입한 직후 생산성이 먼저 떨어졌습니다

오래된 공장일수록 관리 방식도 함께 무너졌습니다

방동걸 (주)웨이스 대표이사

2026년 10월 15일

AI를 도입하면 공장의 생산성은 바로 오를까요. 미국 인구조사국과 함께 미국 제조 공장 수만 곳의 자료를 분석한 연구는 그렇지 않다고 답합니다. 스탠퍼드대 에릭 브린올프슨, 토론토대 크리스티나 맥엘헤런 등 연구진에 따르면 AI를 도입한 공장은 처음에 생산성이 떨어졌고, 그 구간을 버틴 공장은 시간이 지나면서 더 빠르게 성장했습니다. 먼저 꺾였다가 다시 오르는 모양이 알파벳 J를 닮아 연구진은 이를 「J 곡선」이라고 불렀습니다.

제조 AI 운영체제 VEXPLOR를 만드는 웨이스가 이 연구에서 눈여겨본 것은 하락의 크기보다 원인입니다. 연구진은 오래된 공장에서 생긴 생산성 손실의 절반가량이 AI 도입 뒤 무너진 관리 방식으로 설명된다고 분석했습니다. 이 글은 연구가 무엇을 어떻게 조사했는지, 왜 생산성이 먼저 떨어졌는지, 공장이 AI를 도입하기 전에 무엇을 지켜야 하는지를 차례로 짚습니다.

01

연구진은 미국 인구조사국 조사로 공장 수만 곳의 AI 사용과 성과를 맞춰 봤습니다

이 연구의 강점은 자료가 크고 대표성이 높다는 점입니다. 연구진은 인구조사국과 함께 2021년 「경영·조직 관행 조사(MOPS)」에 AI 사용 문항을 새로 넣었습니다. 이 조사는 법에 따라 반드시 응답해야 하는 정부 조사이고, 2021년 응답률은 68%였습니다. 표본의 바탕인 연간 제조업 조사는 미국 제조 사업장 약 30만 곳 가운데 10%를 뽑아 조사합니다. 이 연구가 분석한 사업장은 약 2만 8,500곳입니다. 여기에 약 5만 5천 개 제조 기업의 2018년 기업 조사와 세무 기록 기반 고용 자료를 더해 2017년부터 2021년까지의 변화를 살폈습니다.

표본 공장은 평균 직원 약 170명, 업력 29년입니다. 연구진이 「오래된 공장」으로 본 것은 업력 25년이 넘는 공장입니다.

항목	2021년 미국 제조 사업장	비고
AI를 조금이라도 사용	22.8%	넓은 정의
비전·로봇 등 기술형 AI	12.6%	좁은 정의
생산 공정의 AI 이용 강도	8.0%	연구진 지표

AI를 쓰지 않는 이유로는 비용이 43.2%로 가장 많았습니다. 쓸 곳을 찾지 못했다는 답이 28.4%, 전문 인력이 없다는 답이 12.3%, 직원 반응이 9.4%였고, 규제 불확실성은 1.0%에 그쳤습니다.

연구진은 AI를 다른 데이터 도구와 섞어 집계하지 않으려고 문항을 나눴습니다. AI는 「환경을 인식하고 학습해 예측·추천·결정을 내리는 기계 기반 시스템」으로 정의하고, 생산 일정·모니터링, 품질 관리, 환경·안전 준수, 설비 보전, 물류, 판매 예측의 6가지 업무와 머신 비전·음성 인식·무인 운반차·AI 로봇 같은 기술로 나눠 물었습니다. 과거 데이터로 미래를 내다보는 예측 분석은 따로 물었습니다. 예측 분석을 쓰는 사업장은 64.6%로 AI의 세 배 가까이 됐습니다. 데이터를 디지털로 남기는 사업장은 91.0%였습니다. 기록은 거의 모든 공장에 있지만, 그 기록으로 AI가 판단까지 하는 공장은 아직 5곳에 1곳 남짓이었던 셈입니다.

흥미로운 결과가 하나 더 있습니다. 핵심 성과지표와 생산 목표를 꼼꼼히 관리하는 공장일수록 AI를 더 많이 썼습니다. AI 사용은 온프레미스 서버보다 클라우드 지출과 함께 나타났습니다. 지표 관리를 잘하는 공장이 AI도 더 많이 쓴다는 뜻입니다. 그런데 아래에서 보듯 오래된 공장에서는 AI가 들어온 뒤 그 관리 방식이 줄었습니다.

02

AI를 도입한 공장은 처음에 생산성이 떨어졌습니다

연구진은 공장의 규모·업종·IT 투자·클라우드 지출·관리 방식 같은 조건을 맞춘 뒤 AI 사용과 생산성을 비교했습니다. AI 사용 지수가 1 표준편차 높은 공장은 총요소생산성이 1.33% 낮았습니다. 더 잘 운영되는 공장이 AI도 먼저 쓰는 경향을 걸러 내는 추정 방법을 쓰자 손실은 약 44%로 훨씬 커졌습니다.

다만 44%는 모든 공장의 평균이 아닙니다. 연구진은 이 값이 「경계에 있던 도입 공장」, 곧 AI 전문 인력 사정에 따라 도입 여부가 바뀐 공장의 효과라고 적었습니다. 분석 표본의 약 3%입니다. 디지털 기반을 이미 갖춰 어차피 AI를 도입했을 공장에는 이 값이 그대로 들어맞지 않는다고도 밝혔습니다. 숫자보다 방향을 봐야 하는 이유입니다.

손실은 생산성 지표 밖에서도 나타났습니다.

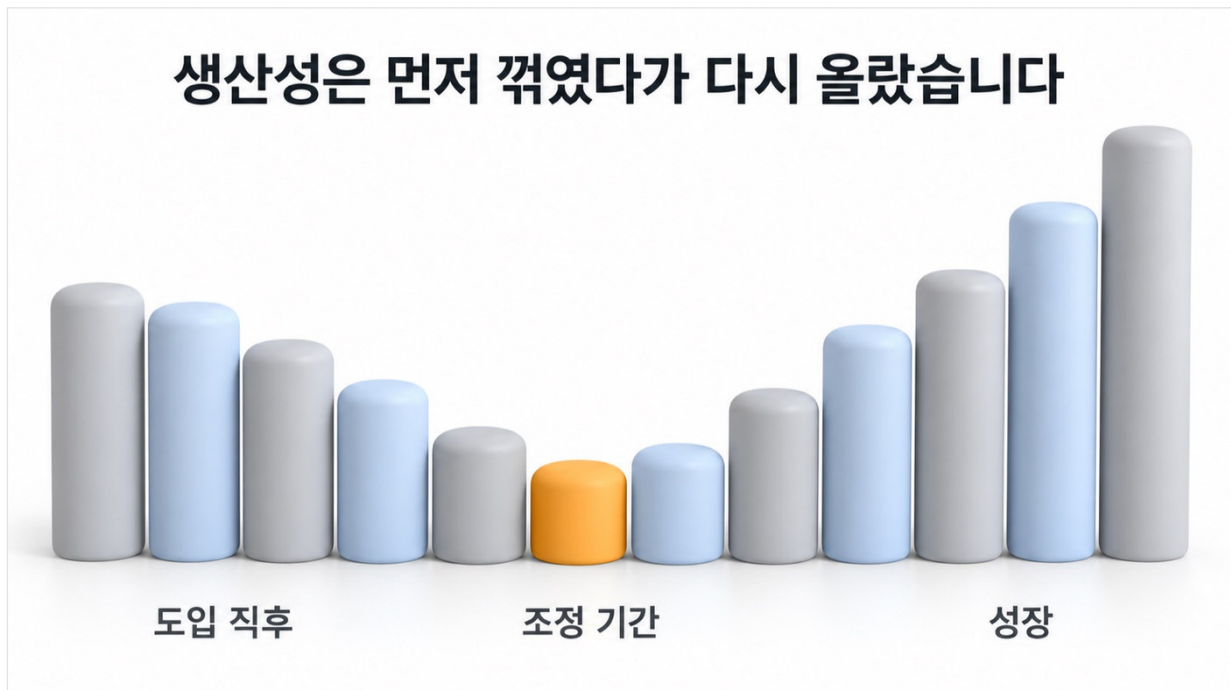
- **재고 재고가 늘었습니다** — 공정 사이에 쌓이는 반제품이 많아졌습니다. 재고를 줄여 문제를 드러내는 린 생산과 반대 방향입니다. 연구진의 구분에 따르면 린 생산은 예측보다 실제 주문에 맞춰 만들고 재고 완충을 최소로 두는 방식이고, 예측에 기대는 생산은 재고 완충으로 불확실성을 흡수하는 방식입니다.

- 산업용 로봇 투자가 늘었습니다 — 공장들은 AI와 함께 물리 자동화 투자도 늘렸습니다.
- 단기적으로 인력이 줄었습니다 — 연구진은 이를 조정 과정의 하나로 봤습니다.

03

그 구간을 버틴 공장은 더 빠르게 성장했습니다

하락으로 끝나지는 않았습니다. 2017년에 이미 생산에 AI를 쓰던 기업은 2021년까지 고용·매출·노동생산성이 더 많이 늘었습니다. 젊은 공장에서는 AI 사용 지수가 1 표준편차 높으면 노동생산성 증가율이 약 2% 높았습니다. 업력과 관계없이 보면 AI를 더 많이 쓴 기업의 고용은 0.8% 늘었는데, 같은 기간 미국 제조업 전체 고용은 1.5% 줄었습니다.



AI를 도입한 공장의 생산성은 먼저 꺾였다가 조정 기간을 버틴 뒤 다시 올랐습니다

그래서 연구진은 초기 하락이 AI 도입이 실수였다는 뜻은 아니라고 적었습니다. 처음에 비용을 치르고 조정 기간을 버틴 뒤에 성과가 나는 모양이라는 것입니다. 연구진이 인용한 앞선 연구에 따르면 전기나 컴퓨터 같은 범용 기술이 공장에 들어왔을 때도 비슷한 시차가 있었습니다. 다만 연구진은 장기 효과 추정이 단기 손실 추정만큼 탄탄하지 않고 실제보다 좋게 나왔을 수 있다는 한계도 함께 적었습니다.

04

오래된 공장에서는 AI가 들어오면서 관리 방식이 무너졌습니다

이 연구가 가장 구체적으로 밝힌 것은 하락이 누구에게, 왜 일어났는지입니다. 손실은 오래된 공장과 오래된 기업에 몰렸습니다. 연구진은 그 원인을 「구조화된 관리 방식」에서 찾았습니다.

구조화된 관리 방식은 이런 것들입니다. 표준 작업 절차를 정해 두고, 문제가 나면 근본 원인을 찾아보고, 관리자와 직원이 핵심 성과지표를 정기적으로 검토하고, 현장의 모든 사람이 생산 목표를 알고 있어 이상이 생기면 바로 드러나게 하는 것입니다. 연구진은 이런 관행이 직원들의 현장 지식을 모으고 쌓는 틀이지만, 디지털 도구에 기대지 않는 「아날로그」 방식이라고 설명했습니다.



오래된 공장은 AI가 들어오면서 표준 절차·원인 조사·지표 검토 같은 관리 방식이 줄었습니다

분석 결과 AI 사용 강도가 1 표준편차 높으면 구조화된 관리 방식 점수가 0.83 표준편차 낮아졌고, 이 감소는 오래된 공장에 몰려 있었습니다. 오래된 공장의 생산성 손실 가운데 대략 절반이 이렇게 관리 방식이 무너진 것으로 설명됐습니다. 연구진은 이를 관리의 질이 떨어진 데 그치지 않고, 그 공장이 쌓아 온 생산 경험과 노하우가 함께 빠져나간 신호로 봤습니다.

반대로 성장 지향 전략을 가진 신생 기업은 하락을 덜 겪었습니다. 같은 회사 안에서 성과가 옮겨 가는 효과도 나타났습니다. 한 기업 안에서 AI를 쓰지 않는 다른 사업장의 노동생산성이 약 40% 높게 추정됐습니다.

05

웨이스가 현장에서 본 순서도 기록과 관리 방식이 먼저였습니다

이 연구가 공장에 주는 말은 「AI를 미루라」가 아닙니다. AI를 넣으면서 기존 관리 방식을 버리지 말라는 것입니다. AI가 판단을 돕는 순간에도 표준 절차·원인 조사·지표 검토는 사람이 계속해야 하고, AI는 그 위에서 일해야 합니다.

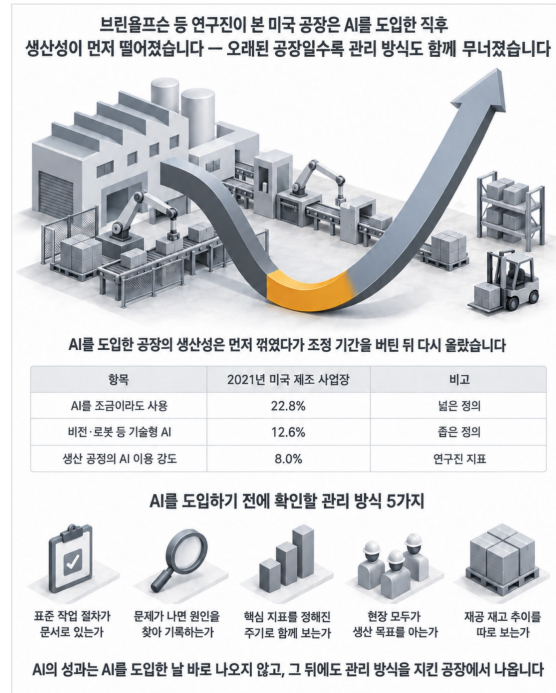
웨이스도 스마트공장을 20건 넘게 구축하면서 같은 순서를 확인했습니다. MES를 고도화한 한 제조 공장에서는 생산 데이터를 수집하고 공정 관리를 바꾼 뒤, 같은 투입 시간 기준으로 시간당 생산량이 306개에서 383개로 25.2% 올랐고 공정 불량률은 2.3%에서 1.7%로 내려갔습니다. AI가 아니라 기록과 관리 방식을 정비해서 낸 결과입니다. VEXPLOR를 만드는 웨이스는 설비 값이 어느 작업·품목의 것인지 연결되지 않으면 AI가 판단에 쓰지 못한다고 봅니다. AI가 판단에 쓸 근거와 사람이 지표를 검토할 기준이 같은 기록 위에 있어야 하기 때문입니다.

06

AI를 도입하기 전에 확인할 관리 방식 5가지

연구진이 「구조화된 관리 방식」으로 조사한 항목을 공장의 질문으로 바꾸면 이렇습니다. AI를 도입한 뒤에도 이 다섯 가지가 그대로 지켜지는지가 J 곡선의 바닥을 알게 하는 첫 조건입니다.

1. 표준 작업 절차가 문서로 있는가 — AI가 바꾸는 일이 무엇인지 비교할 기준이 됩니다.
2. 문제가 나면 원인을 찾아 기록하는가 — AI가 도입된 뒤 생기는 새 문제도 같은 방식으로 찾아야 합니다.
3. 핵심 지표를 정해진 주기로 함께 보는가 — 생산성·불량률·재공 재고를 AI 도입 전과 같은 기준으로 봅니다.
4. 현장 모두가 생산 목표를 아는가 — 목표를 알아야 AI가 낸 결과가 이상할 때 바로 알아챌 수 있습니다.
5. 재공 재고 추이를 따로 보는가 — 연구에서 AI 도입 뒤 늘어난 것이 재공 재고였습니다. 재공 재고는 연구에서 조정의 신호로 나타난 지표입니다.



이 글을 한 장으로 요약하면 이렇습니다

이 연구는 아직 학술지 심사를 거치지 않은 예비 원고이고, 2017년과 2021년 두 시점의 자료라 정확히 언제 하락이 끝나는지는 알 수 없습니다. 그래도 수만 곳의 미국 공장 자료가 가리키는 방향은 분명합니다. AI의 성과는 AI를 도입한 날 바로 나오지 않고, 그 뒤에도 관리 방식을 지킨 공장에서만 나옵니다.

WACE(웨이스)는 공장이 스스로 판단하고 멈추지 않게 하는 제조 AI 운영체제 VEXPLOR를 만드는 회사다.

07

함께 읽어보세요

- [노벨상 경제학자는 왜 AI가 10년 동안 대신할 일을 5%로 보는가](#)
- [AI 도입 3개월 뒤 아무도 안 쓰는 6가지 형태, 90일 계획으로 막기](#)
- [사람들은 자동차를 탄 뒤 마차로 돌아가지 않았습니다 — AI 시대에 사람을 나누는 것은 AI를 쓰는 능력입니다](#)

참고한 자료

- Kristina McElheran·Mu-Jeung Yang·Zachary Kroff·Erik Brynjolfsson, "The Rise of Industrial AI in America: Microfoundations of the Productivity J-curve(s)", 예비 원고 2025년 9월 (미국경제학회 AEA 2026 연차총회 프로그램 게재분, <https://www.aeaweb.org/conference/2026/program/paper/Z5DzGsQy>)



원문 blog.vexplor.com/post/industrial-ai-j-curve-us-factories

발행 2026년 10월 15일 · 방동걸 (주)웨이스 대표이사

회사 주식회사 웨이스 (WACE Inc.) · 대표이사 방동걸 ·
사업자등록번호 439-87-02852

주소 (18462) 경기 화성시 동탄구 동탄영천로 150, 에이동(A동)
1332·1333·1334·1335호 (영천동, 실리콘엘리동탄)

연락처 전화 070-4730-0629 · contact@wace.me

홈페이지 wace.me · linkedin.com/company/wace-inc



원문



홈페이지



링크드인