http://www.phm.or.kr

PHM Prognostics & Health Management

Toward Industrial Digitalization

한국PHM학회(KSPHM)

(06252) 서울특별시 강남구 역삼로 114 현죽빌딩 8층 815호 한국PHM학회

TEL 02-6954-0209 **FAX** 02-553-7527 **Email** phm@phm.or.kr

한국PHM학회
Korean Society for Prognostics & Health Management

건전성예측·관리

PHM

Prognostics & Health Management

Toward Industrial Digitalization

· 발전·전력 · 항공국방 · 반도체전자 · 토목철도 · 자동차
· 스마트제조 · 플랜트 · 솔루션 · 의료융복합 · 중공업

건전성 예측·관리(PHM)란?

4차 산업혁명의 도래와 함께 다양한 산업군에서 건전성 예측·관리 (Prognostics and Health Management, PHM) 기술이 신뢰성과 가동 효율을 높이는 핵심기술로 주목받고 있습니다. PHM은 기계, 항공, 발전소 등 고장 발생 시 손실이 매우 큰 설비나 시스템에 주로 적용되고 있으며, 상태 정보를 수집하여 시스템의 이상상황을 감지하고 분석 및 예지진단을 통하여 고장 시점을 사전에 예측함으로써 설비 운영과 관리를 최적화하는 기술입니다.

공정과 자산의 신뢰도–성능–환경–안전–원가의 종합적 최적화를 달성

설계단계	가동단계	정비단계
· 건전성 평가를 위한 측정수단 마련 · 센싱 솔루션 설계 · 진단·예측·관리 솔루션 설계	· 운전정보 수집 · 이상발견 · 상태진단 · 고장예측 활동 시행	· 시험검사 · 수리교체 · 정밀조정 · 개선조치 등 수행

건전성 예측·관리에 의한 종합 최적화

신뢰도 (Reliability)	공정(process)과 자산(asset)이 건전한 상태를 유지하도록 이상징후를 사전에 발견하고 고장을 예방
성능 (Performance)	최소의 비용으로 공정·자산 목표성능(예: 효율)을 달성하도록 최적화
환경 (Emission)	공정·자산의 오염배출 상태를 진단하고 개선조치를 취함으로써 환경기준치 초과를 방지
안전 (Safety)	안전에 영향을 미치는 위험설비와 작업자의 생체 및 환경을 대상으로 상태를 진단하여 사고를 예방
원가 (Cost)	공정·자산의 신뢰도–성능–환경이 생산원가에 미치는 영향을 종합적으로 분석하여 운영과 유지보수 정책을 결정

건전성 예측·관리의 실행을 위한 단계

정보수집 — Sensing & Feature extraction
센서로부터 데이터를 수집하고 잡음제거 및 신호처리를 통해 결함 관련 특징신호를 추출

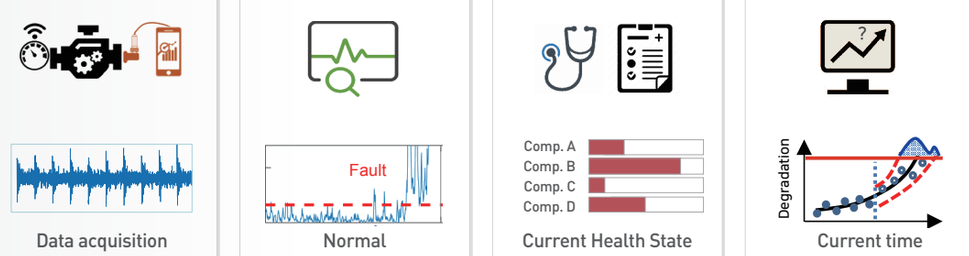
이상발견 — Anomaly Detection
운전신호를 측정하여 정상운전 데이터와 비교하고 정상 범위를 벗어날 경우 이상경보(alarm)를 발령

상태진단 — Diagnosis
상태정보를 이용하여 공정·자산의 이상유무, 결함발생원인 및 심각도 등 건전성상태를 종합평가하고 정상화에 필요한 정보를 제공

고장예측 — Prognosis
현재까지의 건전성 평가결과를 토대로 향후 운영 가능시간 (잔존수명: Remaining Useful Life, RUL)을 예측함으로써 정비계획 수립에 활용

● 정보수집 ● 이상발견 ● 상태진단 ● 고장예측 ● 개선조치

Sensing & Feature Extraction	Anomaly Detection	Diagnosis	Prognosis
Collect condition monitoring data & extract features	Is the current state normal or faulty ?	Which component is faulty ? How severe is the fault ?	What is the remaining useful life ?

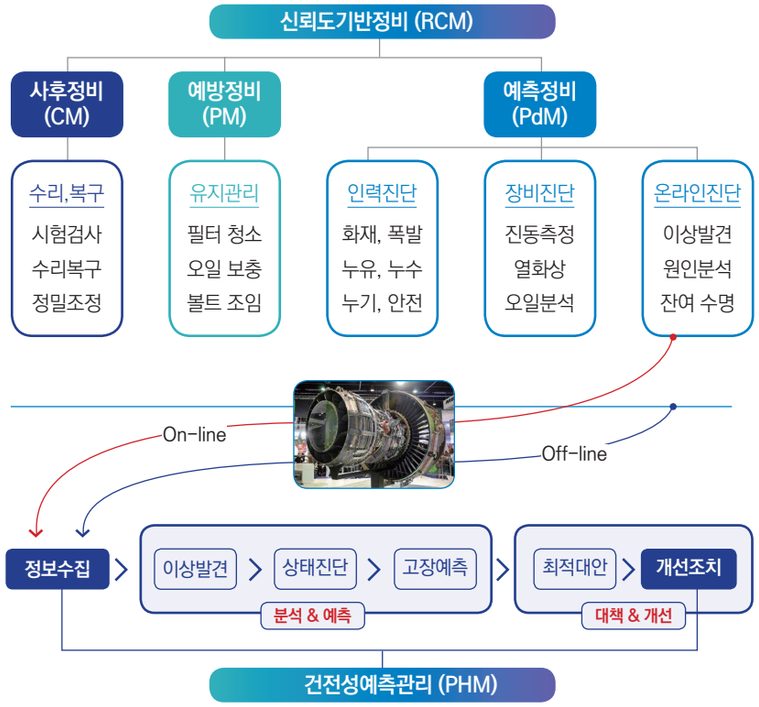


신뢰도기반정비 (RCM) **구현을 위한 핵심기술, PHM !**

공정·자산의 효율적 유지관리를 위한 신뢰도기반정비(RCM)는 예방정비(PM), 예측정비(PdM), 사후정비(CM)로 구성됩니다. 생산설비의 관리조직은 운전관리(Operation), 정비관리(Maintenance), 기술관리(Engineering)로 구성하며 이들은 건전성 진단과 정상화를 담당하고 있습니다.

관리조직은 가동 중에 고장 발생 징후를 조기에 발견하는 것이 주된 업무이며, 기능과 성능을 정상화하기 위해 인력, 장비, 솔루션 등을 이용합니다. 정비 중에는 다양한 기술을 이용하고 시험(Test), 검사(Inspection)를 통하여 잠재 고장요인을 색출하며 수리와 조정으로 기능을 정상화합니다.

이처럼 RCM에서는 이상발견, 상태진단, 고장예측 등에 대하여 서술하고 있으나 구체적인 방법론은 다루지 않고 있습니다. 따라서, RCM 기법이 산업현장에서 실행력을 가지기 위해서는 각 단계별로 기능을 구현할 수 있는 기술이 필요하며, 이것이 바로 PHM 기술입니다.



약어

- ·신뢰도기반정비 (Reliability Centered Maintenance, RCM)
- ·건전성 예측·관리 (Prognostics and Health Management, PHM)
- ·사후정비(Corrective Maintenance, CM)
- ·예방정비(Preventive Maintenance, PM)
- ·예측정비(Predictive Maintenance, PdM)

PHM의 **성공적 구현을 위한 필수요건**

01 **정보입수 :** 현장방문, 장비계측, 센서계측, 설계제작, 운전정비 등 건전성 관련 데이터를 충분하게 수집, 활용하여야 고장발견 가능성이 높아짐

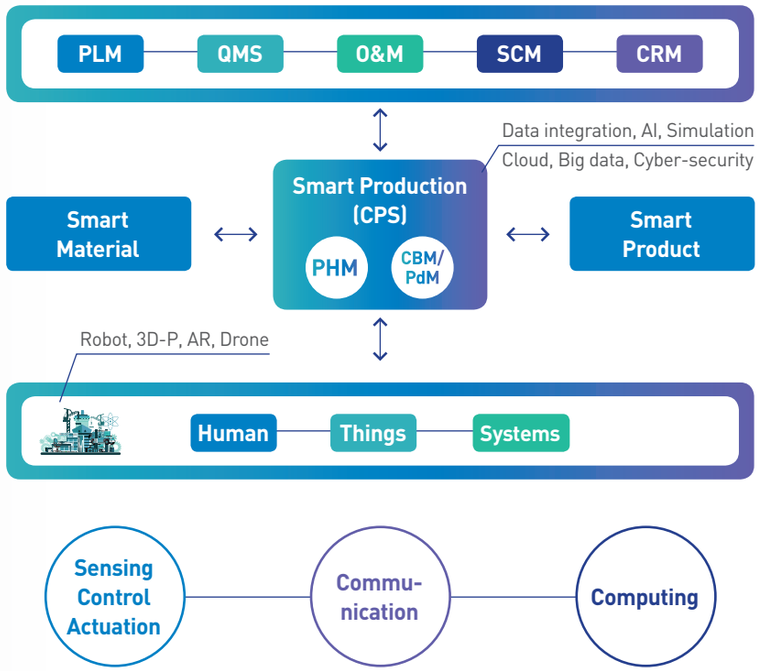
02 **정보융합 :** 입수 데이터는 관측, 문서, 도면, 신호 등 다양한 상태로 존재하기 때문에 변환하여 정보시스템에 입력하여야 활용 가능

03 **해석능력 :** 입수 데이터는 온도, 압력, 진동 등 신호이나 이를 해석하여 공정·장치의 건전성을 판단하는 것은 고도의 지식과 경험을 필요로 함

04 **솔루션화 :** 인력기반 정보처리의 한계를 극복하기 위해서는 산학연협업 으로 전문 지식·경험을 기반으로 하는 디지털 솔루션을 확보해야 함

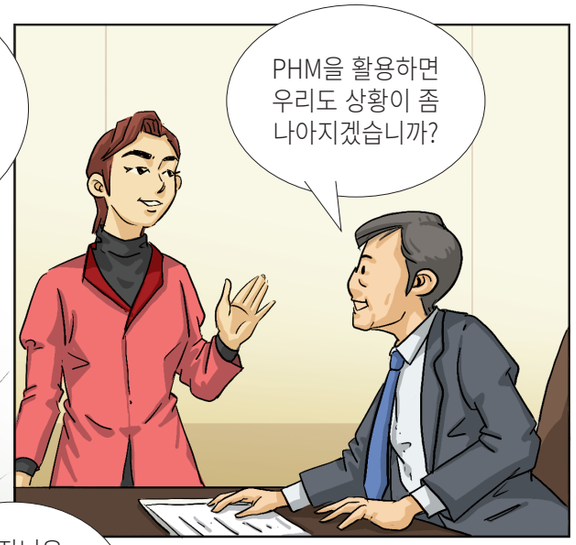
05 **관리수단 :** 건전성 관련 솔루션 운영을 위해서는 관리조직과 전문인력, 규정과 절차, 정보시스템 등을 확보하여야 성공적인 운영 가능

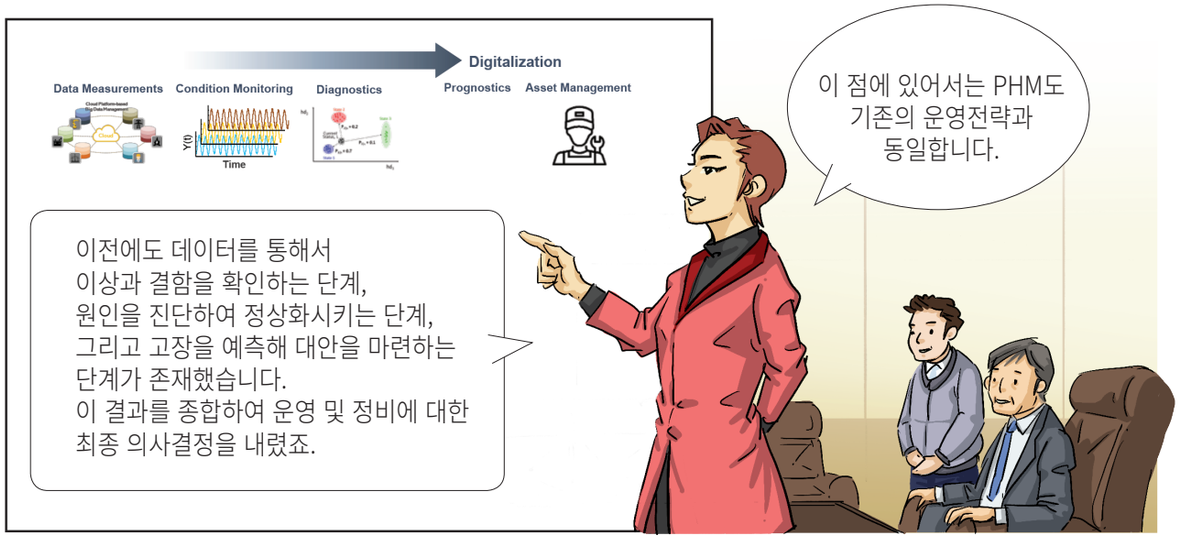
06 **스마트화 :** 가상물리시스템을 기반으로 공정·장치를 융결합하고 관련조직 간 정보교류 체계를 구축함으로써 건전성관리 수단을 확보



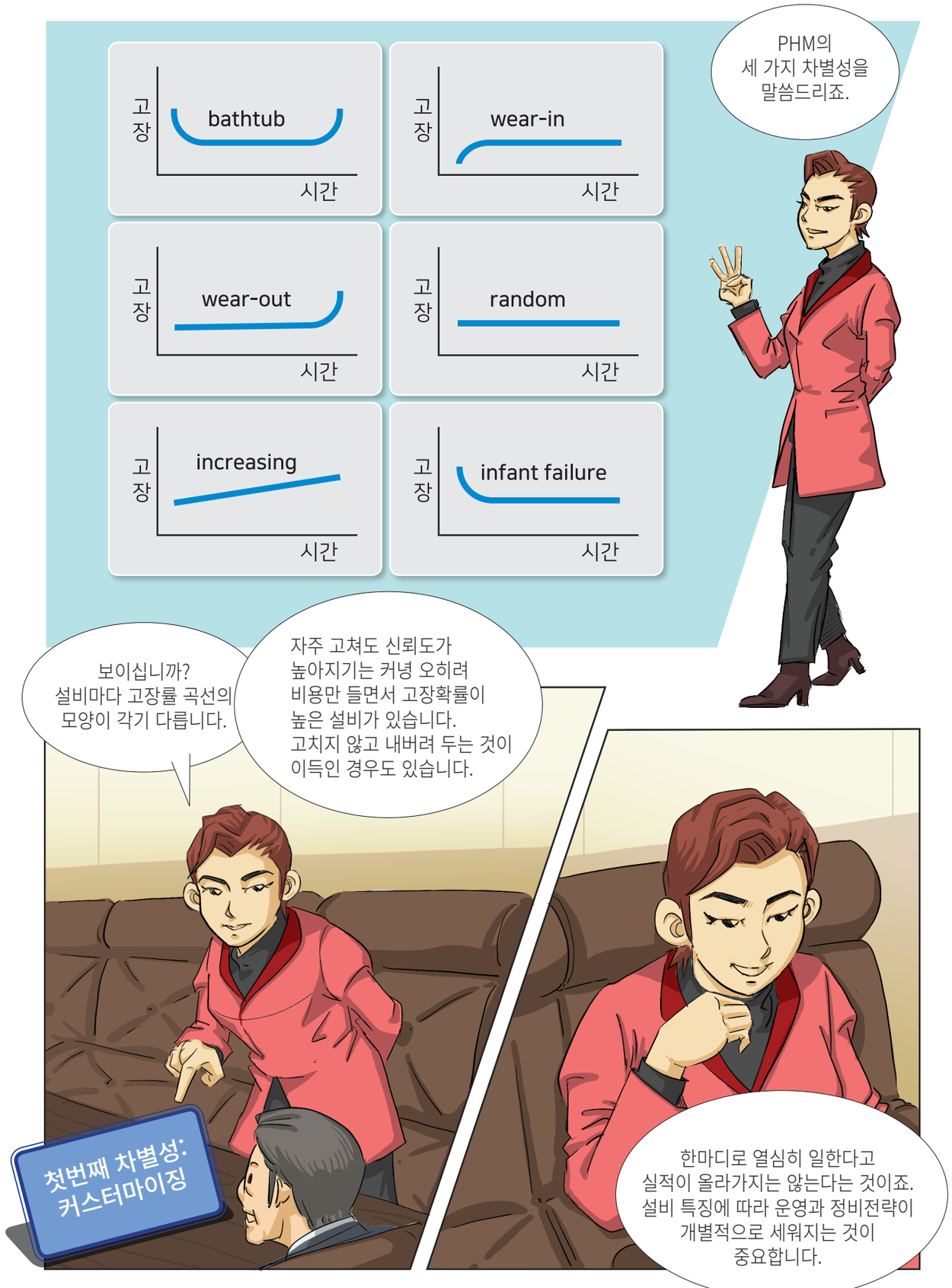
No PHM 팩토리 PHM 코디네이터와의 만남

*PHM(Prognostics and Health Management): 건전성 예측 및 관리





*RCM(Reliability-centered maintenance): 신뢰도 기반정비


고장
bathtub
시간
고장
wear-in
시간
고장
wear-out
시간
고장
random
시간
고장
increasing
시간
고장
infant failure
시간
PHM의 세 가지 차별성을 말씀드리죠.
보이십니까? 설비마다 고장률 곡선의 모양이 각기 다릅니다.
자주 고쳐도 신뢰도가 높아지기는 커녕 오히려 비용만 들면서 고장확률이 높은 설비가 있습니다. 고치지 않고 내버려 두는 것이 이득인 경우도 있습니다.
첫번째 차별성: 커스터마이징
한마디로 열심히 일한다고 실적이 올라가지는 않는다는 것이죠. 설비 특징에 따라 운영과 정비전략이 개별적으로 세워지는 것이 중요합니다.


허… (말잇못) 정말 흥미롭군요…


지금 사용하고 계신 전략, 즉 매뉴얼에 나온 내용은 '일반적인' 설비의 특성을 고려하여 작성된 시험 및 정비 방법입니다.

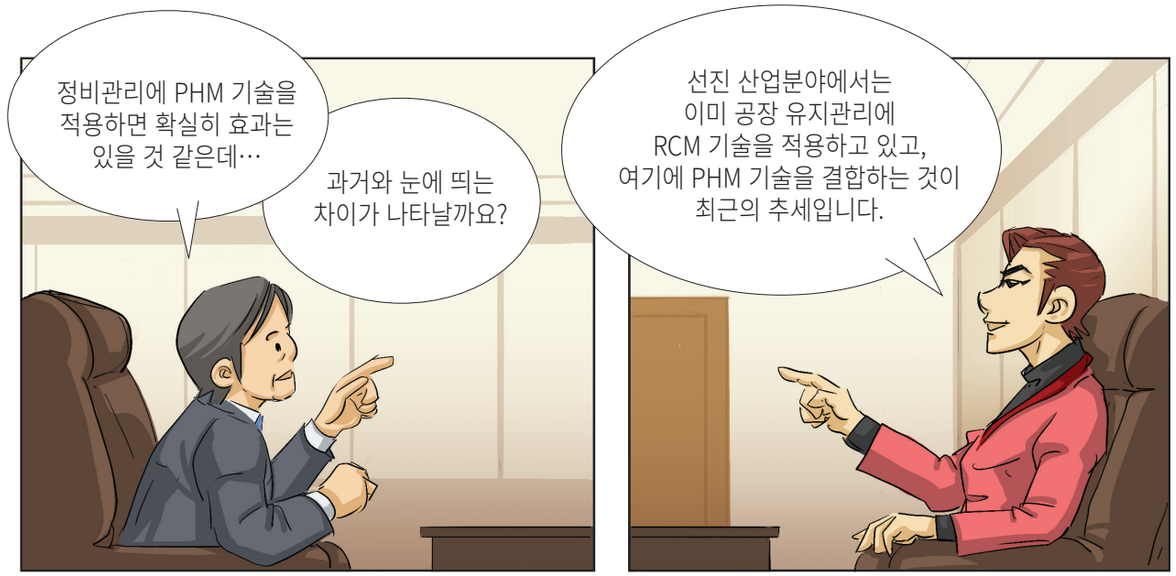

과연 우리 설비에 최적화 되었다고 할 수 있을까요? 우리 설비의 상태를 고려하여 대응해야 하지 않겠습니까?
이것이 PHM의 첫번째 포인트입니다

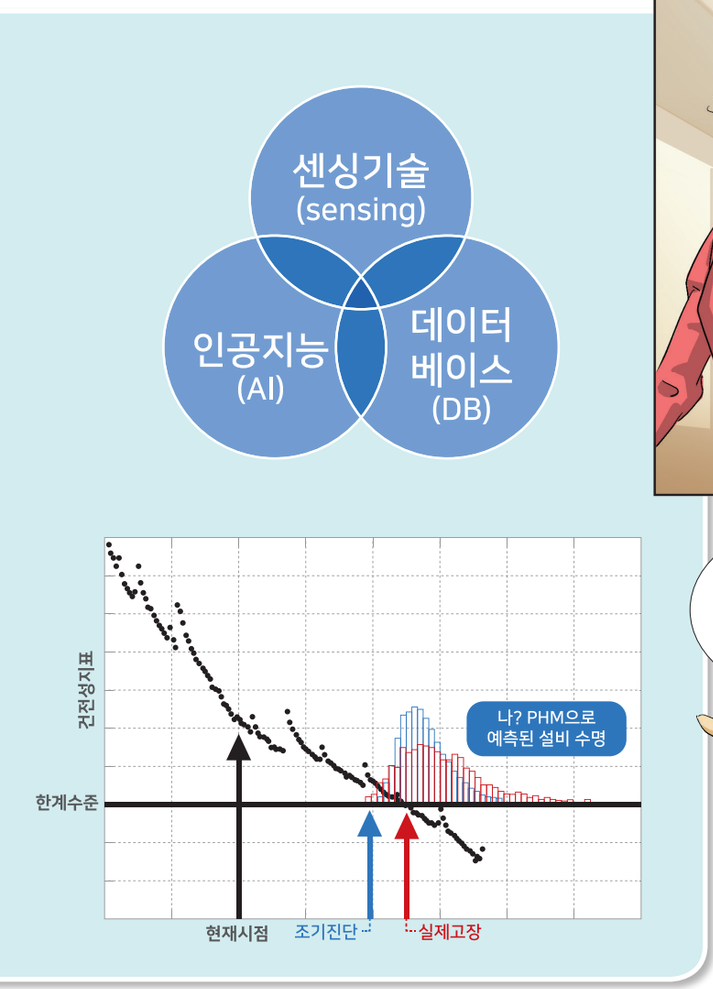

그 생각은 저희도 이미 했지만, 너무 어렵고 복잡해서 도저히…(절레절레)


도전하고 또 도전하셔야 합니다!


!!


두번째 차별성:
현장지식과
인공지능의 결합
이제는 센서 가격과
기술이 좋아지면서 대용량의
데이터베이스를 저렴한 가격에
운영할 수 있게 되었습니다.
이 데이터를 기반으로
복잡하게만 여겨졌던
설비상태를 모델링
할 수 있죠

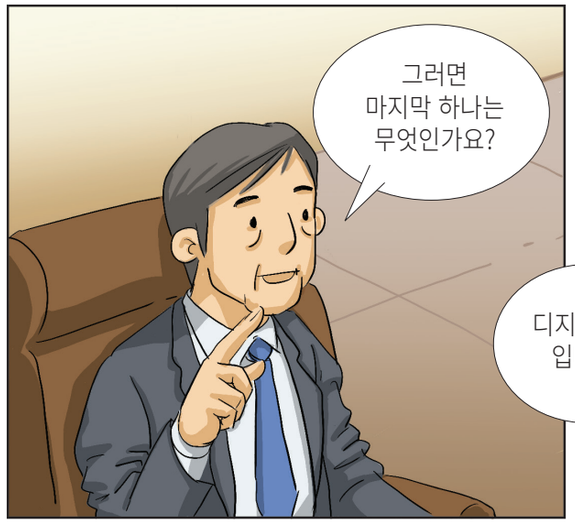

정비관리에 PHM 기술을
적용하면 확실히 효과는
있을 것 같은데…
과거와 눈에 띄는
차이가 나타날까요?
선진 산업분야에서는
이미 공장 유지관리에
RCM 기술을 적용하고 있고,
여기에 PHM 기술을 결합하는 것이
최근의 추세입니다.


센싱기술
(sensing)
인공지능
(AI)
데이터
베이스
(DB)
건전성지표
한계수준
나? PHM으로
예측된 설비 수명
현재시점
조기진단
실제고장


감시/진단/예지
전 분야에 가장 효과적인 방법을
인공지능을 이용해 진화시킴으로써
사람이 인지하지 못하는
디테일까지 개선할 수 있게
된 것입니다.


이것이 진정한
PHM!

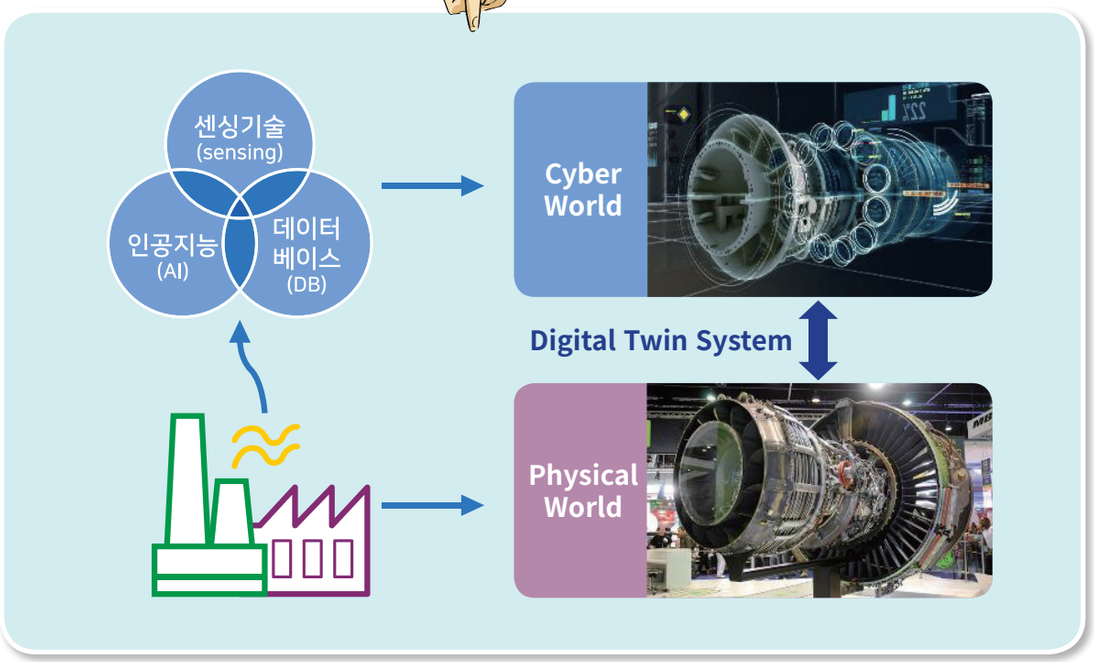

기존의 기법들은 나름대로
특징과 장단점을 가졌지만,
개발시점의 산업환경과
기술수준을 따랐기 때문에
한계가 존재합니다.
산업은 점차 인간의존 방식에서
장비의존 방식으로 바뀌어
가고 있습니다. 이제는 PHM 솔루션을
도입하는 것이 성장의 열쇠입니다.
이것이 두번째 포인트입니다
설비별
커스터마이징을 통해
정비전략의
정확성과 효율성을
끌어올리는 테크닉
나?
PHM
2020 Calender
75%
사후정비
예방정비
상태기반 정비
예측(예지) 정비


그러면
마지막 하나는
무엇인가요?


세번째 차별성:
디지털트윈
디지털트윈
입니다.


디지털트윈은
앞서 말씀드린 모든 단계가
가상공간에 시뮬레이션되는 것을
말합니다.


일종의
'맞춤형 예언자'라고나
할까요.

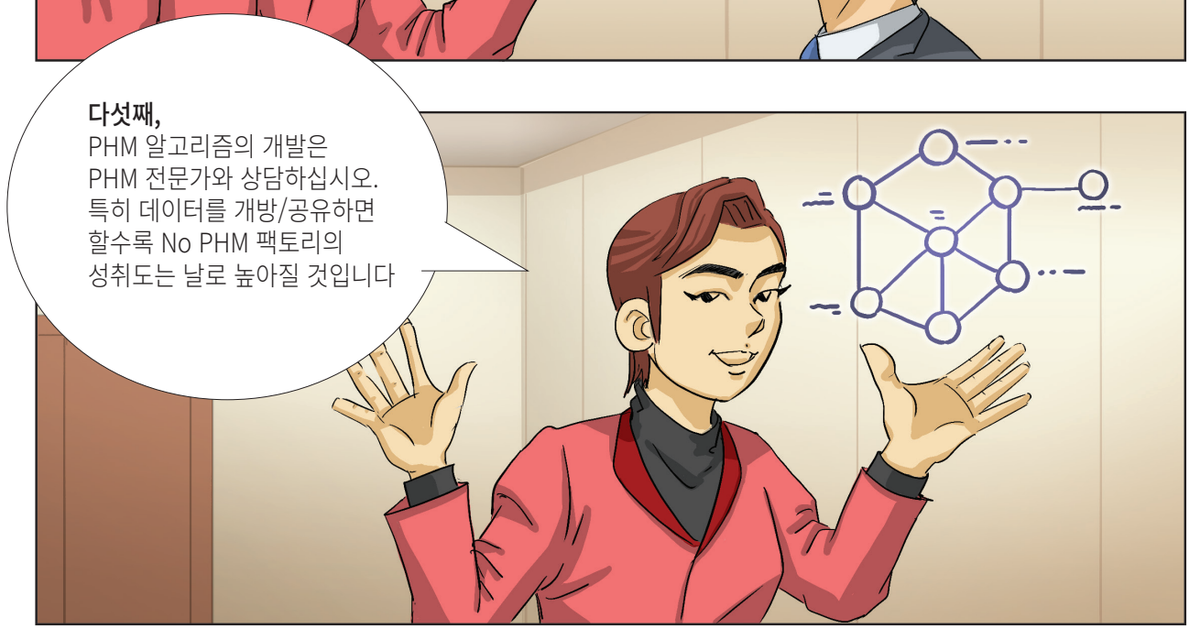

센싱기술
(sensing)
인공지능
(AI)
데이터
베이스
(DB)
Cyber
World
Digital Twin System
Physical
World

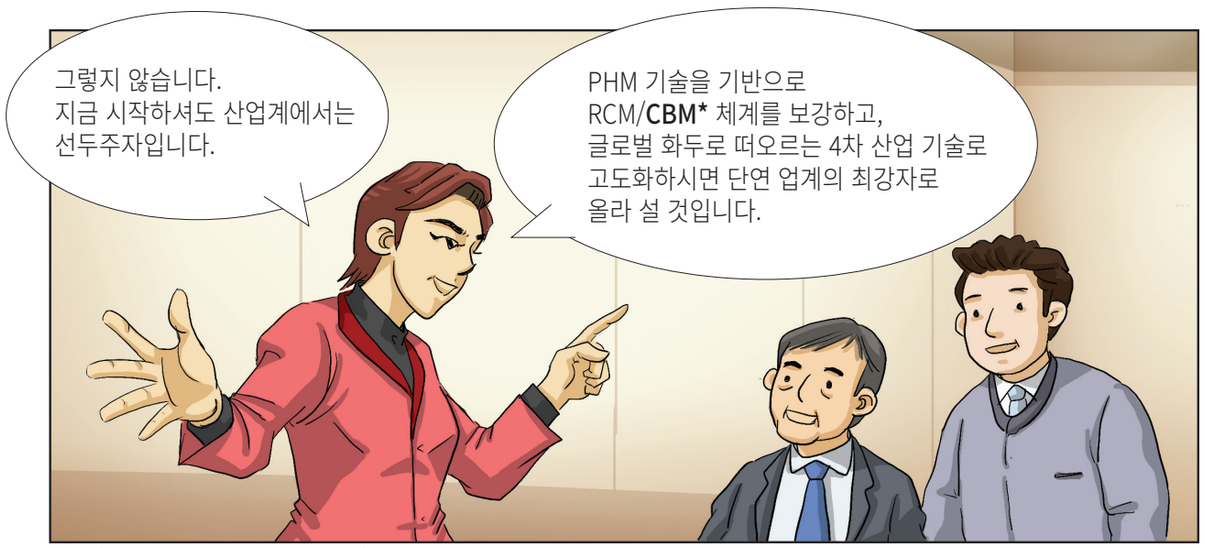

현실에서 발생할 수 있는 상황을
미리 다양한 관점에서,
다양한 방법으로 살펴봄으로써
성공적인 운영이 가능해집니다.


이제 저희는
어떻게 해야 하나요?

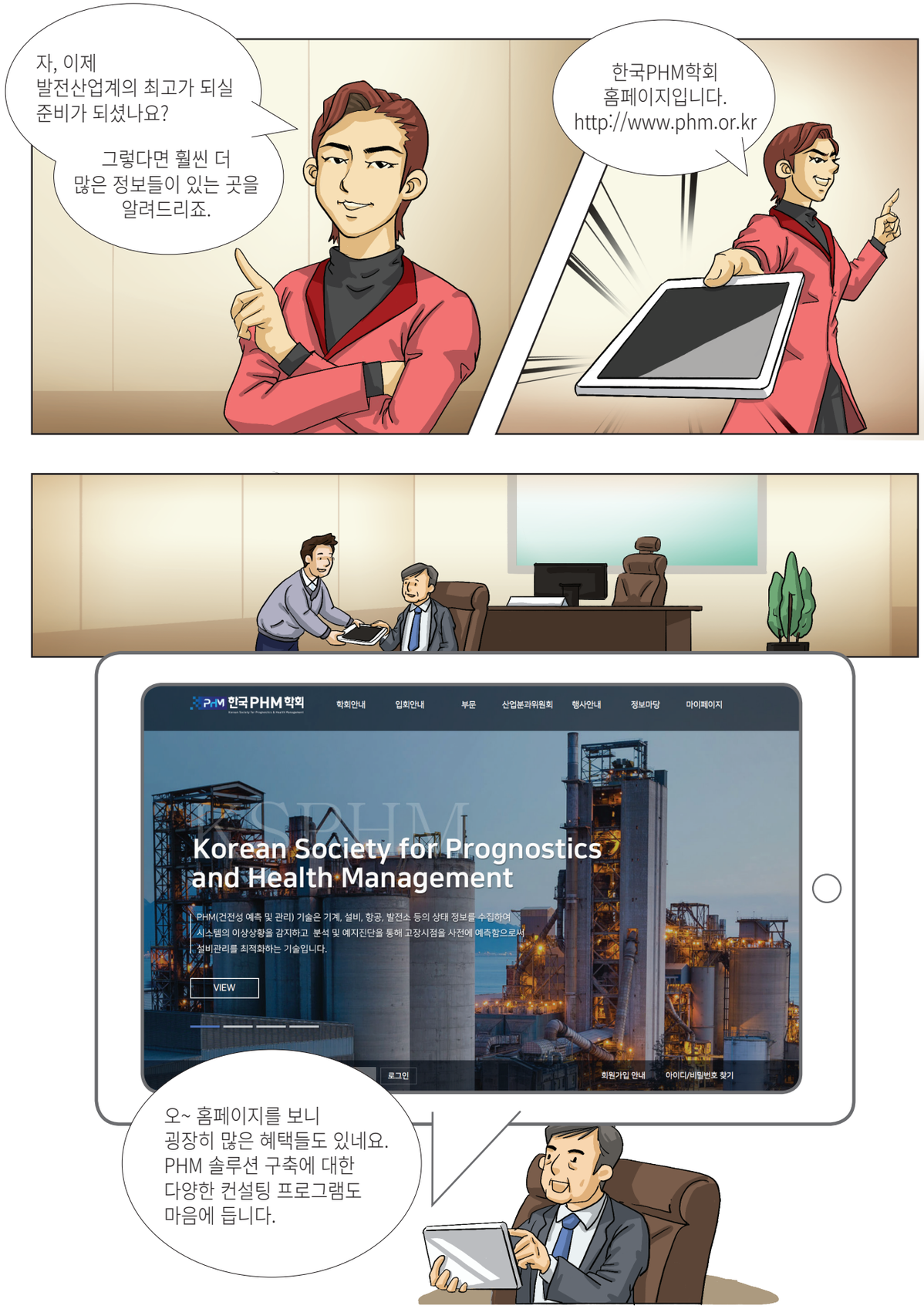

핵심 PHM 솔루션을
드리죠. 꼭 성공하시기를
바랍니다.


첫째,
PHM을 적용해야 할
핵심 자산을 구별하셔야
합니다.
둘째,
핵심 자산의 건전성을
측정할 수 있는 센싱 방법을
설계하고 개발하셔야
합니다





*CBM(Condition Based Maintenance): 상태 기반 정비



회원사 혜택사항

혜 택 사 항	회 원 사 등 급			
	DIAMOND	GOLD	SILVER	BRONZE
	1000만원	500만원	300만원	100만원
무료회원 가입	15명	10명	6명	2명
학술대회 참가시 회원가 적용	15명	10명	6명	2명
강습회 참가시 50% 할인가	10명	5명	3명	1명
홈페이지 로고 게재 및 링크	●	●	●	●
회원사 주관 행사 학회명칭사용	●	●	●	
소식지內 업체 홍보	●	●	●	
전문가/기업 DB 제공	●	●		
PHM 기술 자문(컨설팅)	●	●		
Industrial Forum 개최	●			
PHM 사례 심포지엄 참가비 할인*	●	●	●	●

* : 등급별 참가비 할인 혜택의 차이가 있습니다. 자세한 혜택 사항은 홈페이지 참조