

통계적 공정관리

SPC (Statistical Process Control)



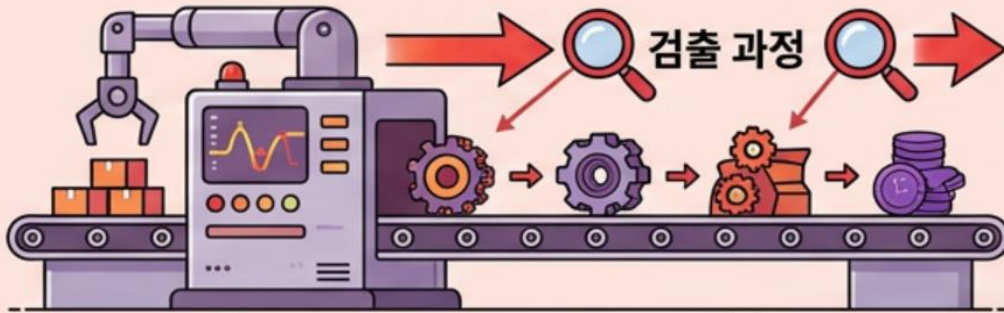
2026.

삼성전자 상생협력아카데미 교육센터

SPC 개요

공정관리를 위해 필요한 것

검출 → 낭비를 허용



허용되는 낭비



예방 → 낭비를 피함



피해지는 낭비



더 나은 미래로의 전환

방향 (Focus): 과거 데이터 기반 (Detection)
결과 (Outcome): 문제 발견 (Detection)
최종 목표 (Goal): 낭비 관리 (Detection)

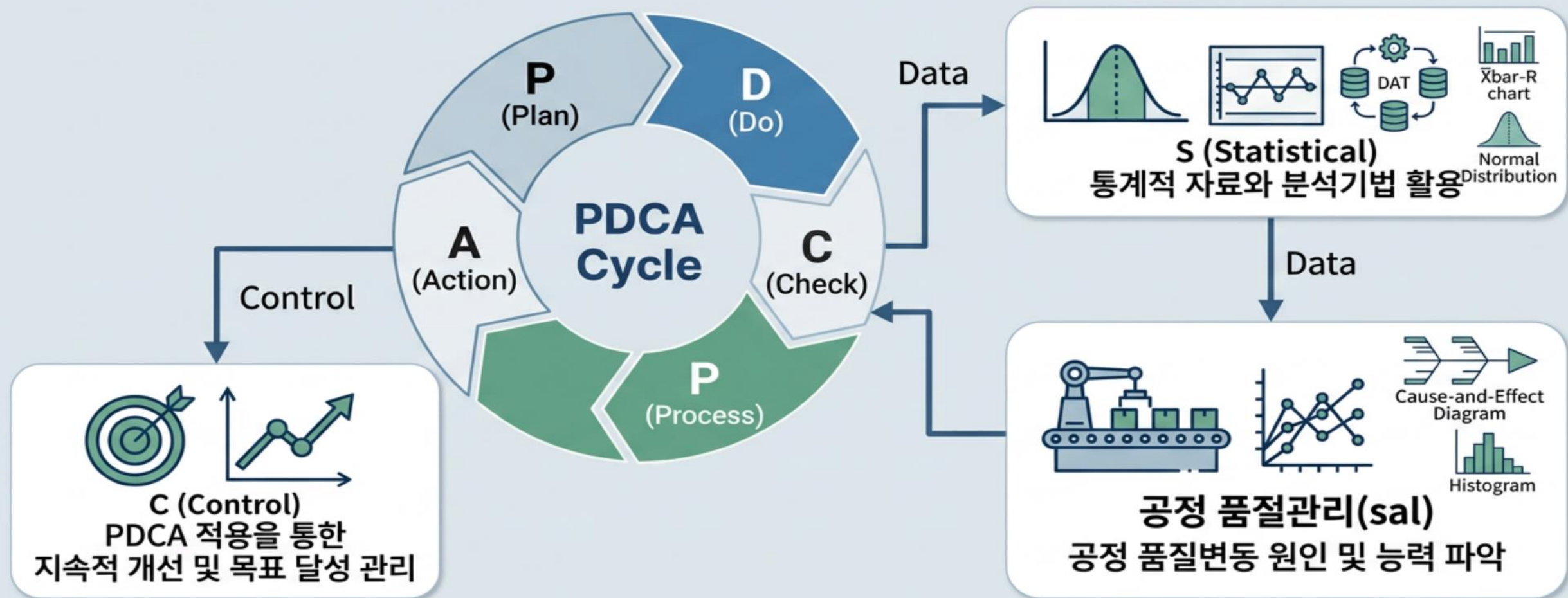
vs
vs
vs

실시간 모니터링 및 예측 (Prevention)
문제 발생 억제 (Prevention)
낭비 최소화 (Prevention)

SPC 개요

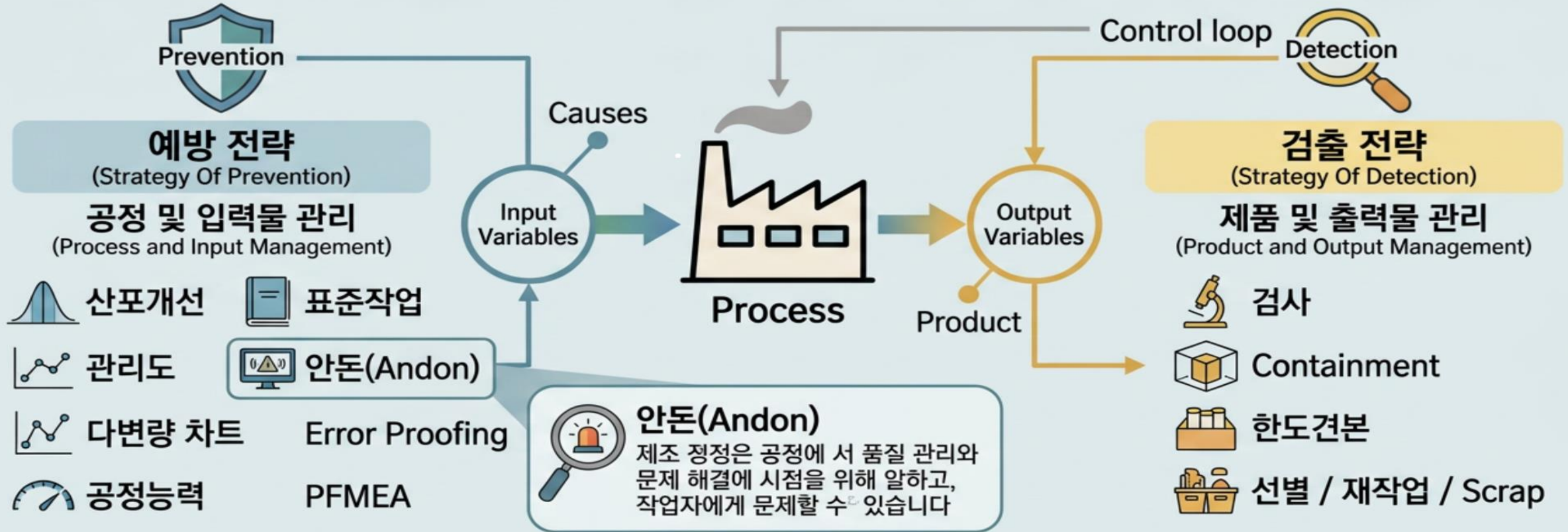
통계적 공정관리 (SPC: Statistical Process Control)

실수방지 장치를 적용할 수 없는 X인자들에 대한 변동 관리 객관적 방법



SPC 개요

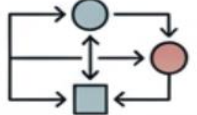
SPC는 제품이 아닌 공정을 관리하는 방법이다.

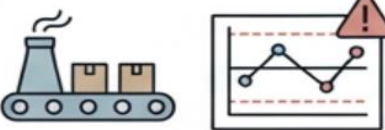


※ 안돈(Andon)은 제조 공정에서 품질 관리와 문제 해결을 위해 사용되는 시스템
이 시스템은 공정의 이상 장후 실시간으로 감지하고, 작업자에게 알람을 제공하여 문제를 신속히 해결할 수 있도록 돕습니다

‘SPC: 용도 및 목표 (Uses and Goals)’

SPC의 용도 (Uses)

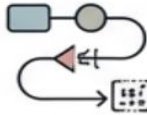
1  **문제의 증상에 따라 해결 방향 설정**
(Set solution direction based on identified symptoms.)

2  ****프로세스 안정성 연구 및 관리이탈 유무 확인**
(Study process stability and check for out-of-control conditions.)
이상요인 우선 제거 (Prioritize removing abnormal factors.)

3  **사전 데이터 안정성 확인**
(예: 통계 해석의 전제)
(Check pre-data stability.
Premise for statistical analysis.)

4  **개선된 Y 지표의 지속적 Monitoring**
(Continuously monitor improved Y indicators.)

SPC의 목표 (Goal)

 **객관적 Data에 의한 공정 활동 파악** 

 **좋은 제품 생산을 위한 관리**
(Manage for producing good products)

 **불량제로 도달**
(Achieve Zero Defects)

 **고객만족 도모** 
(Promote Customer Satisfaction)

새로운 고객 창출
(Create New Customers)



SPC 개요

공정 품질관리 = 공정의 품질유지 + 공정의 품질 개선활동

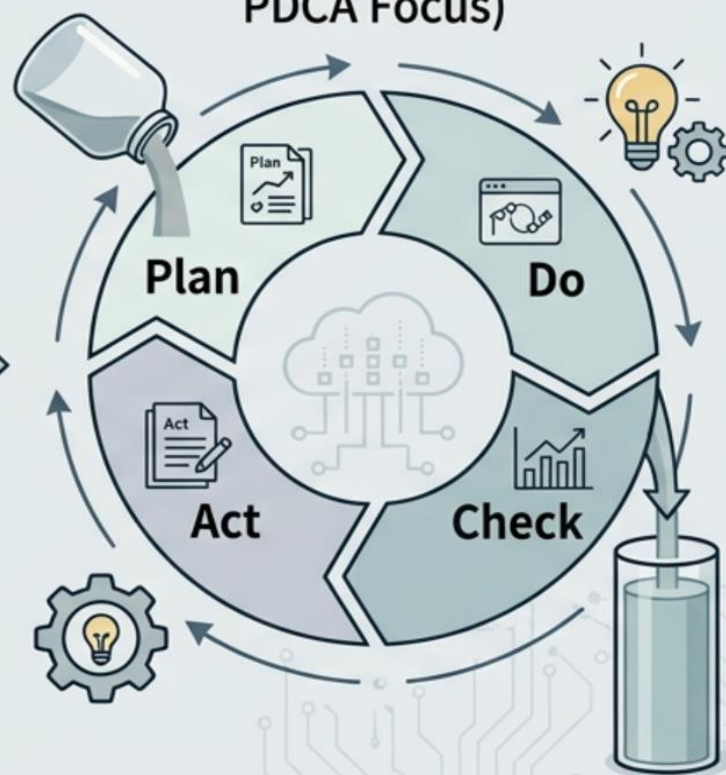
관리되지 않는 공정
(Unmanaged Process)



관리 상태의 공정
(Managed Process: SPC Focus)



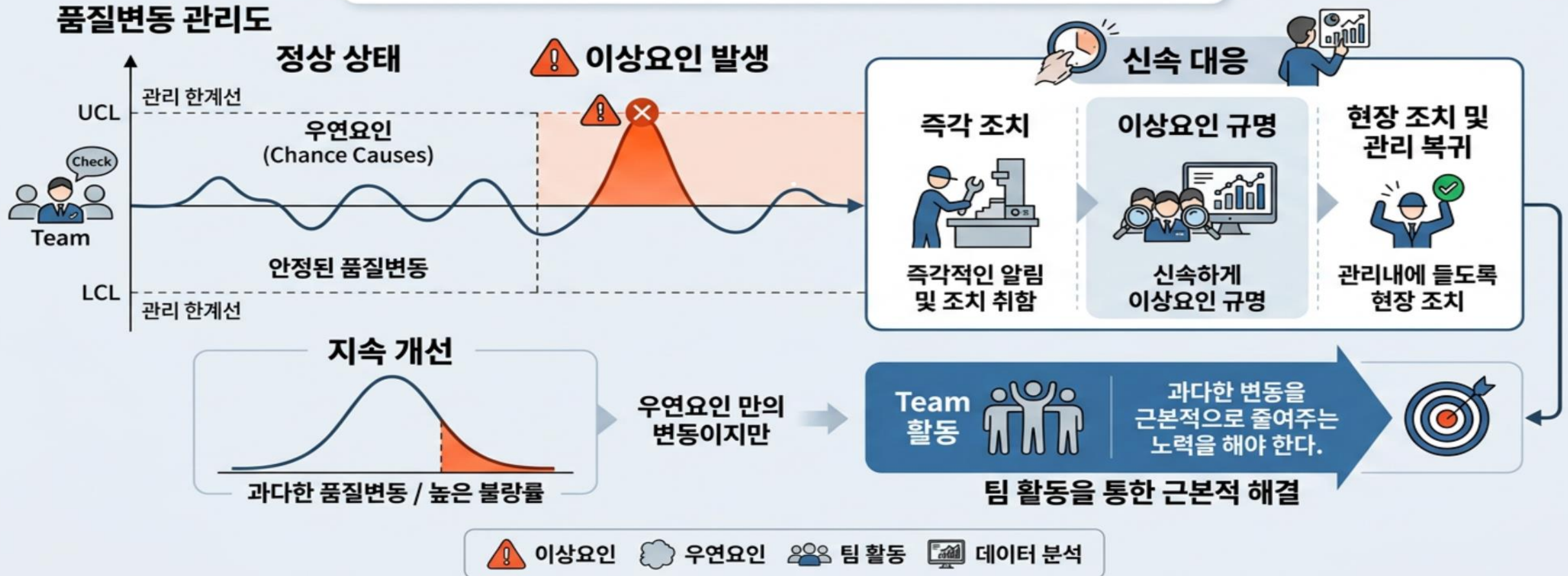
품질 개선활동
(Process Improvement Activities: PDCA Focus)





SPC (통계적 공정관리) 기능 및 프로세스 오버뷰

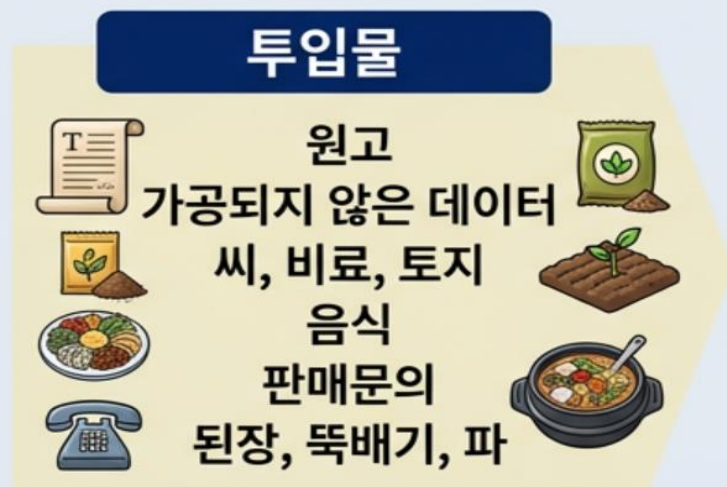
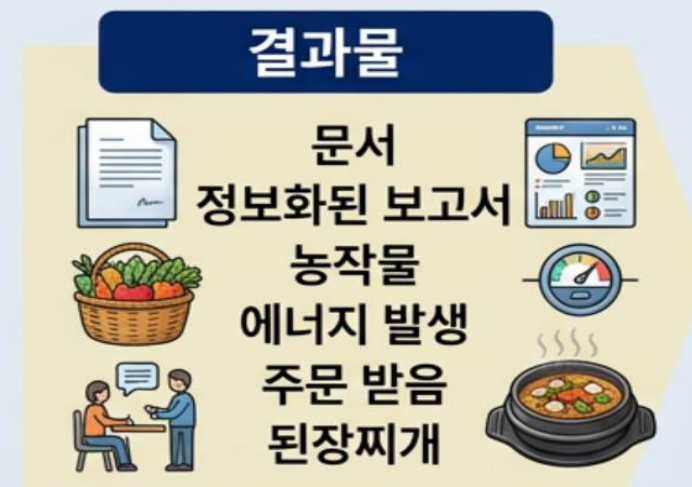
품질변동 분석 및 즉각적 조치 유도



공정의 정의

공정의 정의

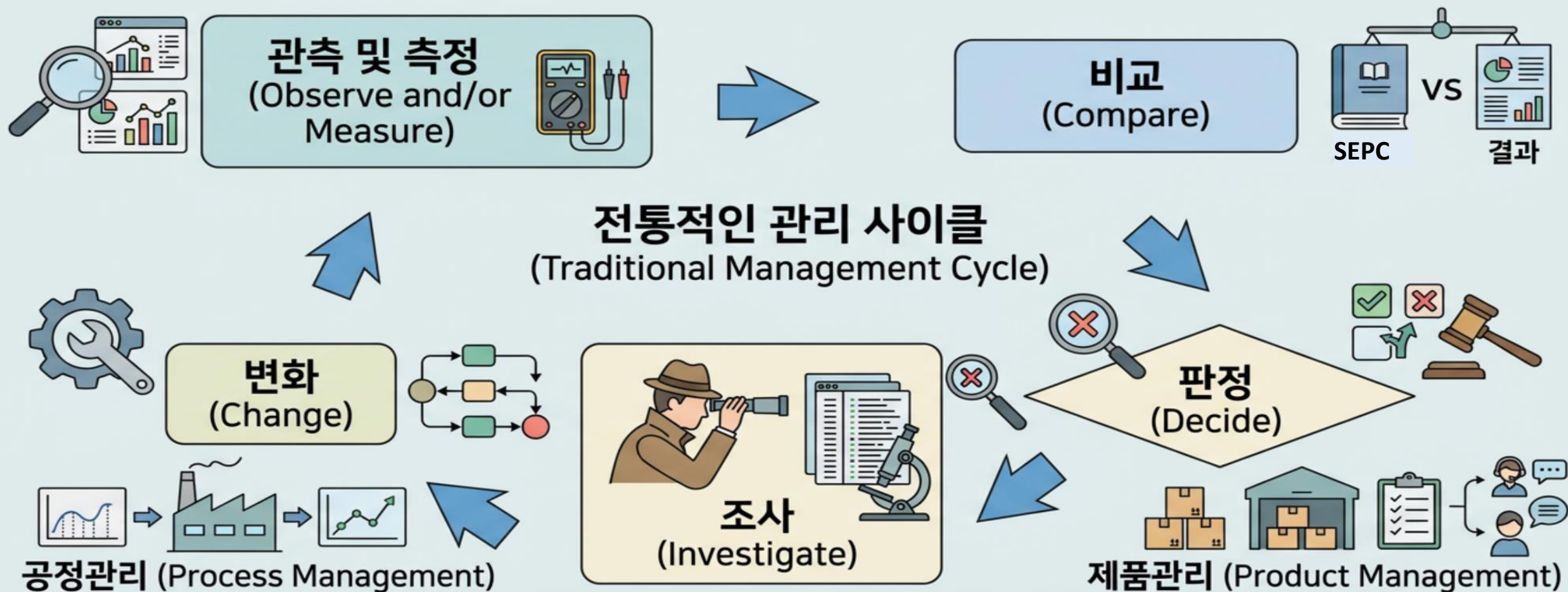
- ▶ **공정** : 공정은 원하는 산출물(제품, 서비스)을 얻기 위해 투입 요소들을 조합하는 것이라고 할 수 있으며, 산출물은 한마디로 투입한 요소들이 조합된 결과이다.



관리의 정의

관리의 정의 (Definition of Management)

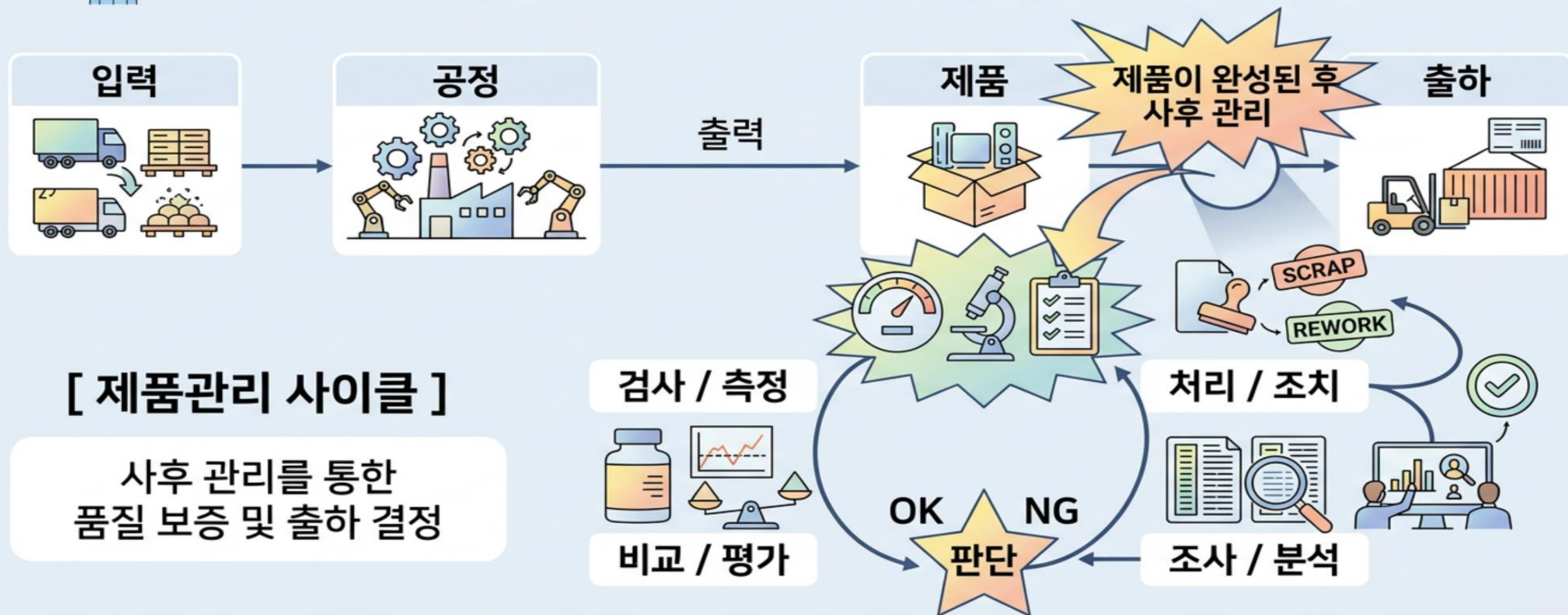
<Image 0>: 전통적인 관리 사이클은 **관측** 또는 **측정**, **비교**, **조사**, **변화**의 4가지 행위로 공정을 관리하는 **공정관리**와 제품과 서비스를 관리하는 **제품관리**로 구분됨.



제품관리 (Product Control)

제품관리 (Product Control)

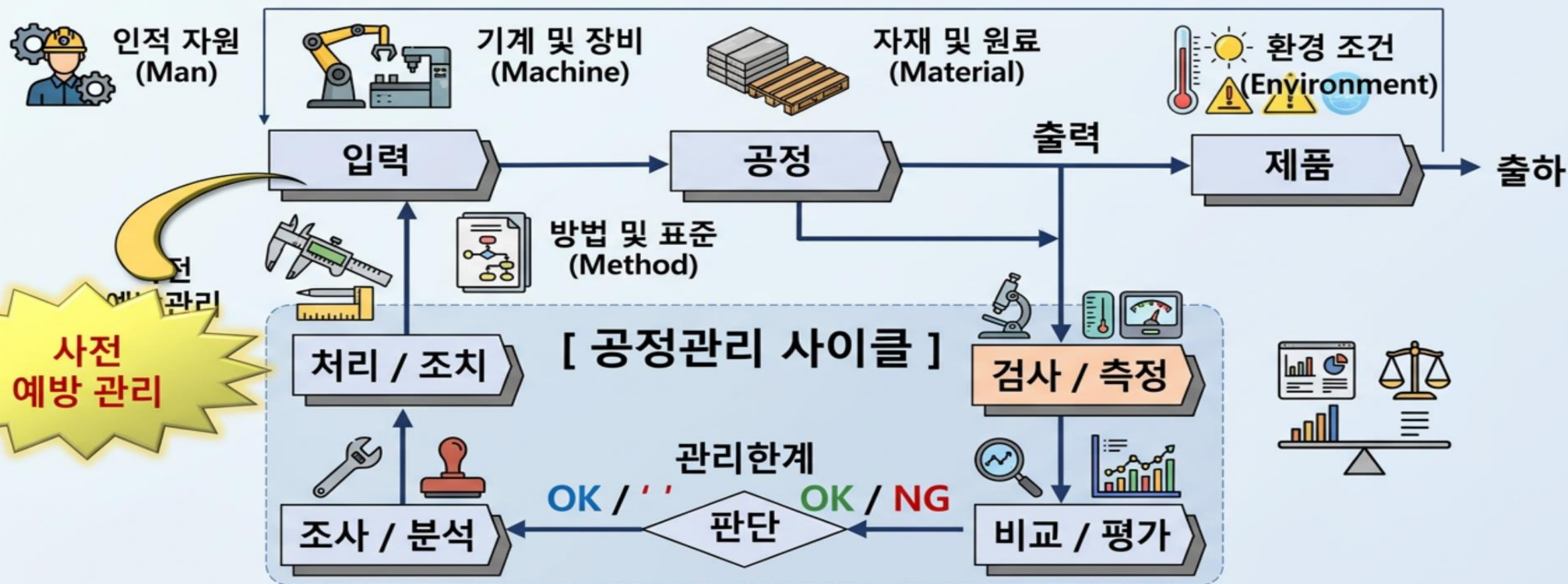
제품관리의 초점은 **공정의 산출물**에 맞춰지며, 제품관리 사이클은 제품을 중심으로 진행되고 **고객** 또는 **다음공정**으로 제품을 출하 또는 인계시키기 위한 제품의 처리가 주요 활동이 된다.



공정관리 (Process Control)

공정관리 (Process Control)

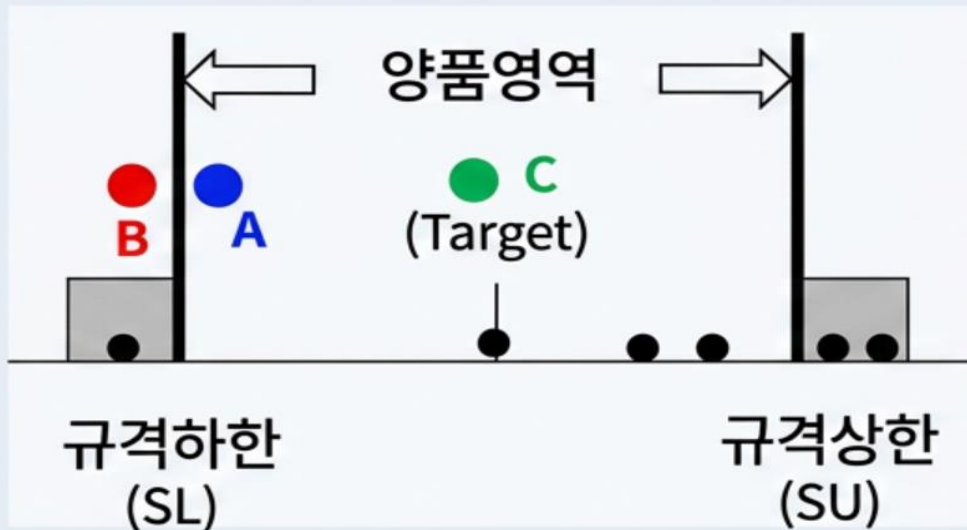
-  공정관리의 초점은 공정 그 자체에 맞춰지며,
-  개선조치는 공정의 투입 요소에 대한 개선 및 관리를 하는 방향으로 가해진다.
-  즉, 공정을 구성하는 5M + 1E를 관리하고 개선하는 것이다.



제품관리 vs. 공정관리

제품 관리

목표 : 규격 만족

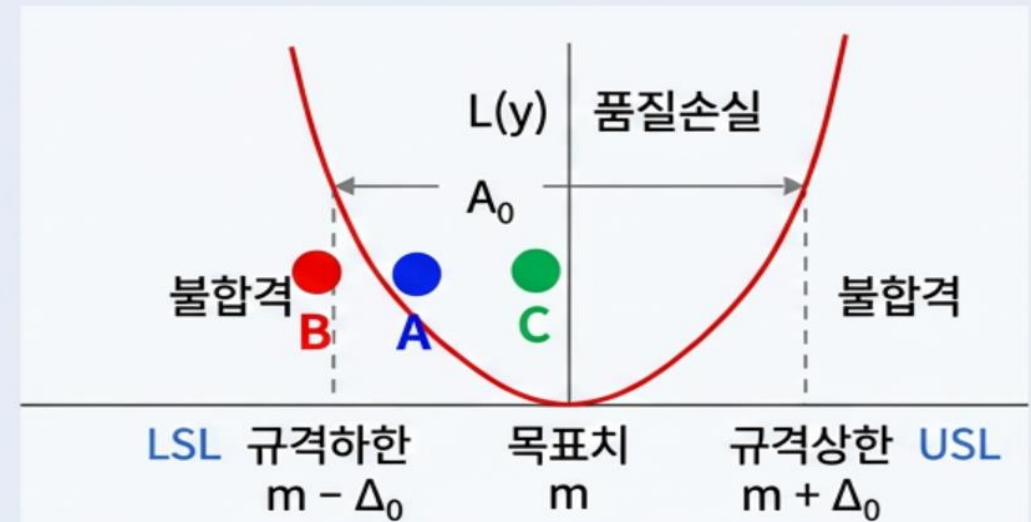


기존 골대 방식 품질관리

- A와 C는 합격 (Accept), B는 불합격 (Reject)
- A는 합격품으로 처리되지만, B(불량)와의 차이가 적은 경계에 위치함

공정 관리

목표 : 목표치 근접



다꾸지 품질 손실 곡선

- A와 C는 합격 (Accept), B는 불합격 (Reject)
- A는 합격으로 처리되지만, C보다는 품질변동이 크므로 더 많은 사회적 손실을 발생시킴

제품관리 vs. 공정관리

제품관리 vs. 공정관리 비교

제품관리

최종 목표



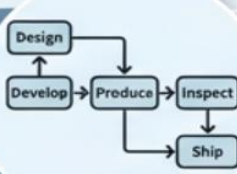
최종 제품의 품질에 초점
전체 생명주기에 걸쳐 품질을 관리

대전



최종 제품의 품질 기준을 충족하고
고객 만족도를 향상

핵심 프로세스



제품 설계, 개발, 생산, 검사, 출하 등
전 과정에서 품질 관리 활동 수행

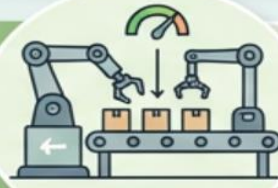
내거 관리 프로세스



검량선 분석, 샘플링 계획,
품질 지표

공정관리

최종 목표



생산 공정 자체를 관리
공정의 안정성과 효율성에 초점

대전



공정의 변동성을 줄이고,
품질 문제를 조기에 발견 예방

핵심 프로세스



생산 공정에서 발생하는 문제를
이를 해결하기 위한 개선 활동

내거 관리 프로세스



제어 차트, 공정 능력 분석,
통계적 공정 관리 (SPC)

서로 상호 보완적인 관계

※ 제품 관리와 공정 관리는 서로 상호 보완적인 관계. 제품 관리는 최종 제품의 품질을 보장하는 데 중점 / 공정 관리는 이를 지원하기 위해 생산 공정의 안정성을 유지하는 데 중점. 두 방법 모두 효과적인 품질 관리와 생산 효율성을 높이기 위해 함께 활용.

※ 검량선 분석 : 측정된 데이터와 실제 값 사이의 관계를 분석하여 제품의 품질을 평가하는 방법. 이를 통해 측정 오류를 최소화하고, 품질 기준을 충족하는지 확인할 수 있습니다.

생산성/품질

생산성 / 품질



생산성 (Productivity)

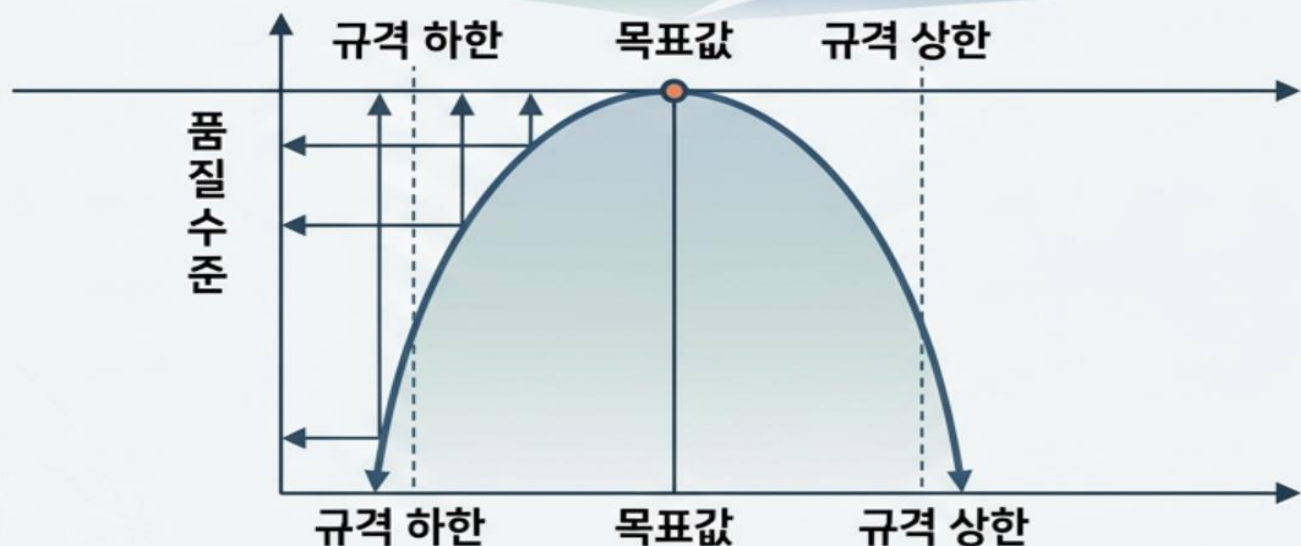
생산성의 정의 : 사용된 자원(재료, 사람, 설비 등: 5M +1E)에 대하여 얻어진 생산량의 비율로 표현할 수 있다.

$$\text{생산성} = \frac{\text{산출(생산량)}}{\text{투입(사용량)}}$$



품질 (Quality)

품질의 정의 : SPC에서의 품질은 “목표치로부터의 거리”로 표현되며, 목표치에 가까울수록 좋은 품질이다.

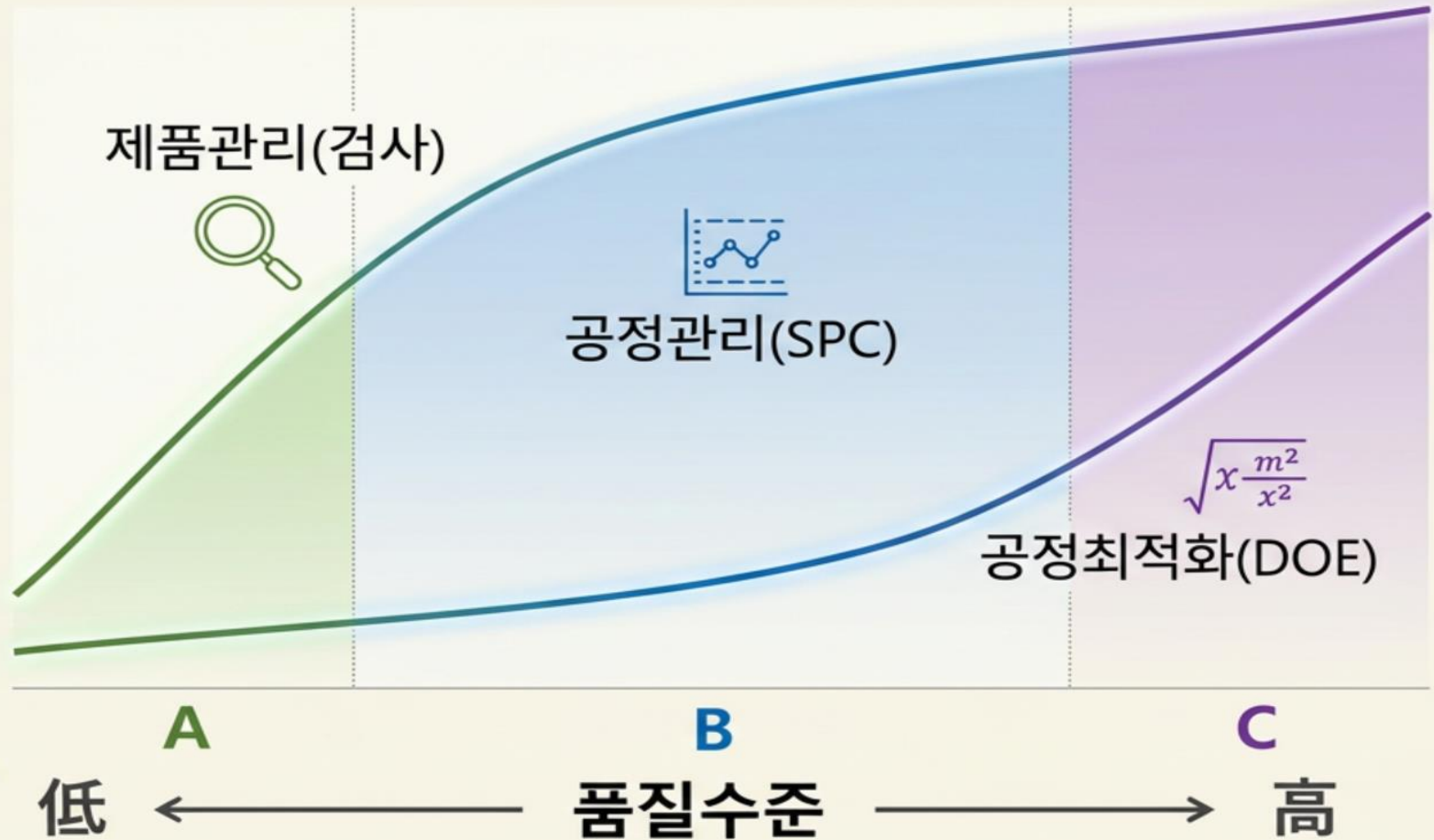


경쟁력?
좋은 품질 + 높은 생산성

품질 목표를 달성하면서 효율적으로
생산하여 최적의 가치를 창출함.

품질수준과 품질관리 기법과의 관계

품질수준과 품질관리 기법과의 관계



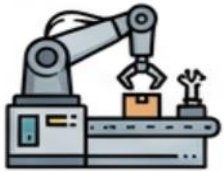
품질수준과 품질관리 기법과의 관계

품질 수준 (Quality Level)

제품이나 서비스가 특정 기준이나 요구사항을 얼마나 잘 충족하는지를 나타내는 지표



품질 수준의 정의



- **기능적 품질 수준**

제품이 설계된 기능을 얼마나 잘 수행하는지를 나타냄



- **규격 품질 수준**

제품이 정해진 규격이나 표준을 얼마나 잘 준수하는지를 평가



- **고객만족도 품질 수준**: 고객이 제품이나 서비스에 대해 느끼는 만족도를 기반으로 한 품질 평가



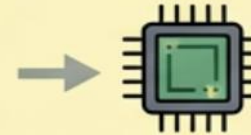
- **비용 대비 품질 수준**: 제품의 품질과 가격 간의 관계를 평가 (ex, ₩, 가성비)

품질 특성과 측정

- 품질 수준은 다양한 특성을 기반으로 측정



성능



신뢰성



내구성

- 각 특성은 정량적 또는 정성적(평가 기준)으로 측정

고객 중심의 품질 평가



최종 사용자의 요구와 기대를 충족하는 것이 중요

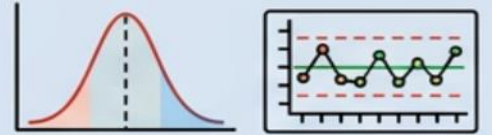
품질수준과 품질관리 기법과의 관계

품질관리 기법의 종류 (Types of Quality Management Techniques)

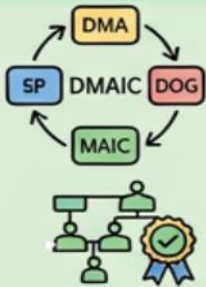
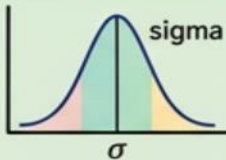
전통적 품질 관리 기법 (Traditional)



- 검사 및 시험 : 제품이나 서비스가 표준을 충족하는 지 확인하는 방법
- 통계적 품질관리 (SQC) : Data를 기반으로 품질을 관리하는 방법



현대적 품질 관리 기법 (Modern)

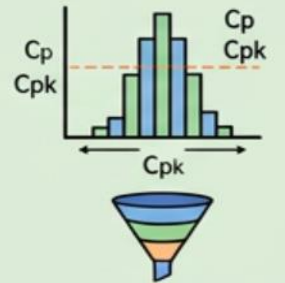


Six, : 결함을 최소화하고 품질을 향상시키기 위한 Data 기반 접근법

TQM (Total &  Management) : 조직 전체의 품질 향상을 목표로 하는 관리 철학

QFD (Quality Function Deployment) : 고객의 요구를 제품 설계에 반영하는 방법

공정능력 분석 : 공정이 규격 내 제품을 생산할 수 있는 능력을 평가



최근 품질 관리 기법 (Recent)



LEAN 생산 : 낭비를 제거하고 효율성을 극대화하는 생산방식. (도요타 TPS에서 발전)

Agile 품질관리 (관리) : 빠른 변화에 대응하기 위한 유연한 품질 관리 방법.

디지털 트윈 (Digital Twin) : 가상 모델을 통해 실제 공정을 시뮬레이션하고 최적화.



품질수준과 품질관리 기법과의 관계

품질관리 기법의 Trend (Trends in Quality Management Techniques)

초기단계
(Early Stage)
(1900년대 초반)



- 대량 생산 체제에서 품질 관리가 시작됨.
- 검사와 시험이 주요 방법.

통계적 품질관리의 도입
(Introduction of Statistical Quality Control)
(1930~1950년대)



- W.A. Shewhart의 관리도 개념이 도입.
- 품질 관리가 과학적 방법으로 발전.

식스 시그마와 TQM 등장
(Rise of Six Sigma and TQM)
(1980~1990년대)



- Motorola에서 식스 시그마 개발.
- TQM이 조직 전체의 품질 향상을 목표로 함.

디지털화와 통합
(Digitalization and Integration)
(2000년대 이후)



- Lean 생산과 Agile 방법론이 도입.
- 디지털 트윈과 같은 첨단 기술이 품질 관리에 적용.

지속적 발전

이러한 기법들은 지속적으로 발전하며, 산업과 기술의 변화에 따라 새로운 방법이 등장.

품질경영 개요

고객 만족이란 ?



고객이란 ?



내 일의 결과에 대해 가치를 사주는 사람

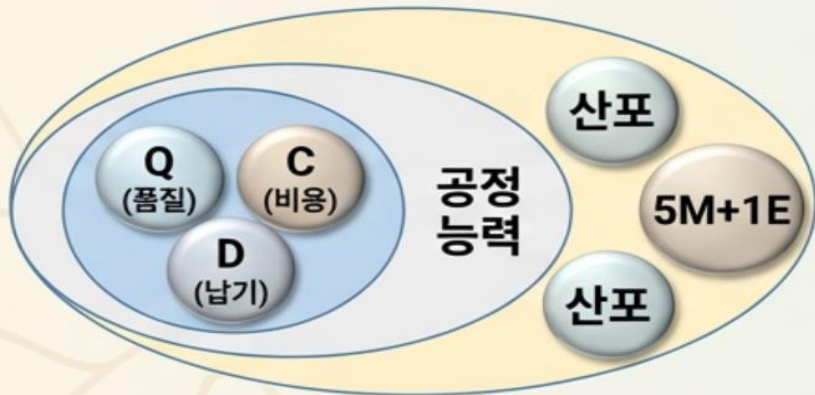


고객 만족이란 ?



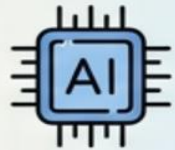
내가 할 수 있는 것을 해주는 것이 아니라,
고객이 원하는 것을 해주는 것

고객 만족을 위해선....



5M + 1E

1. Machinery (기계/설비)
2. Methods (방법)
3. Materials (재료 / 부품)
4. Man (사람)
5. Environment (환경)
6. Measurement (측정)



생성형 AI 도입으로
+1 |

. Information (정보)

f 의 개수는?

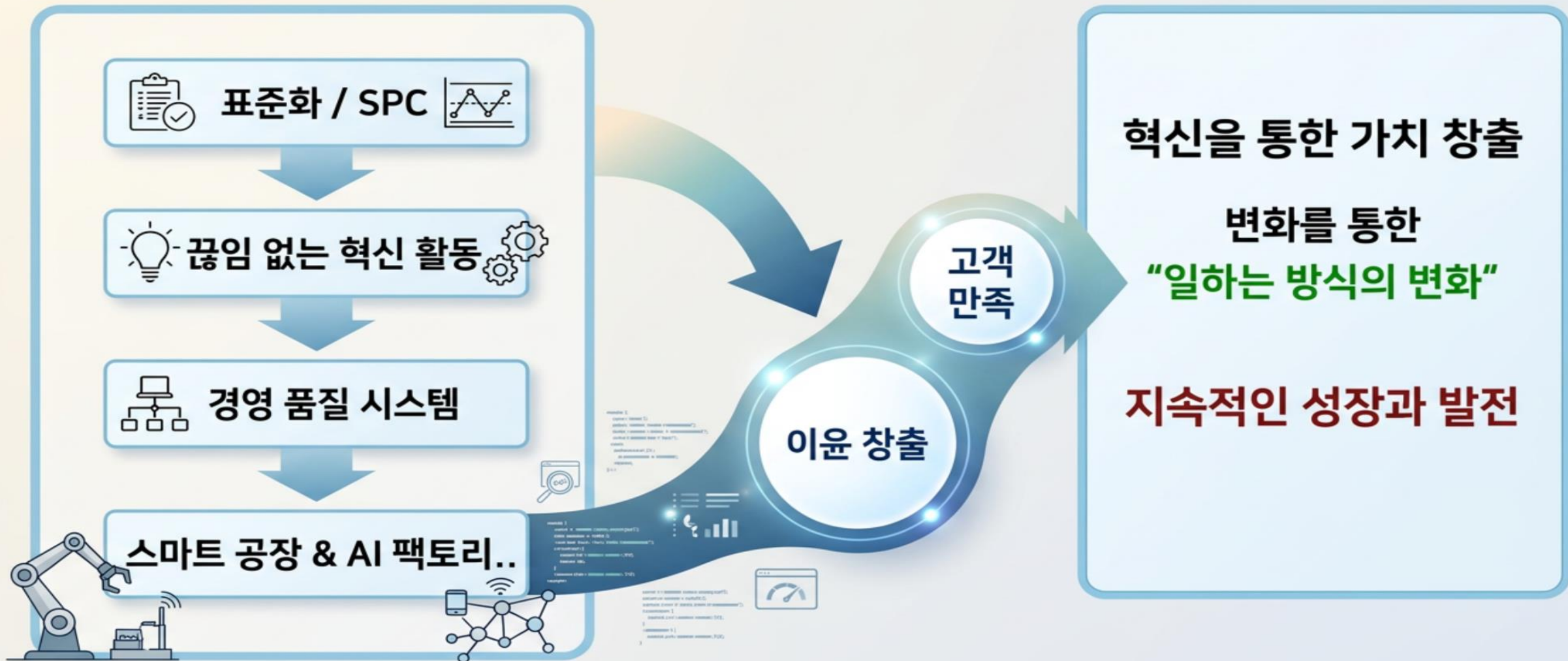
The necessity of training farm hands for the first class farms in the fatherly handling of farm live stock is foremost in the eyes of the farm owners. Since the forefathers of the farm owners trained the farm hands for first class farms in the fatherly handling of farm live stock, the farm owners felt they should carry on with the family tradition of training farm hands of the first class farmers in the fatherly handling of farm live stock because they believe it is the basis of good fundamental farm management.

36

The necessity of training farm hands for the first class farms in the fatherly handling of farm live stock is foremost in the eyes of the farm owners. Since the forefathers of the farm owners trained the farm hands for first class farms in the fatherly handling of farm live stock, the farm owners felt they should carry on with the family tradition of training farm hands of the first class farmers in the fatherly handling of farm live stock because they believe it is the basis of good fundamental farm management.

품질경영 개요

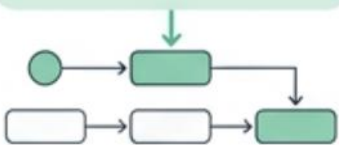
□ 산포를 줄이기 위해선 !!! ...



품질관리 체계 구축 및 운영

1단계 : 관리항목 설정

작업 흐름도 작성



프로세스 단계별 위험분석
/ 위험발생요인 분석
(FMEA)

관리항목의 선정
(영향도 및 빈도분석)



2단계 : 관리계획서 작성

자료수집 방법 결정



평가기준 설정

자료 분석방법 결정
(Control Chart/Check Sheet)

관리의탈시
조치 절차 수립



3단계 : 관리 실행 및 성과평가

자료수집

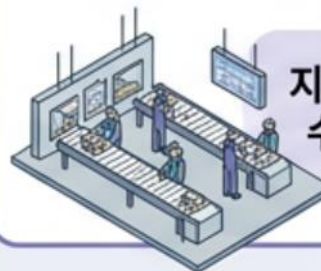
관리상태
평가

성과평가

관리형태에 따른 관리한계선
(제품관리 : 규격선 활용 /
공정관리 : 통계적 분석을 통해 관리한계선 산출)

관리의탈시 조치

지표의 평균
수준 분석



관리계획 수립

□ 관리 계획서(Control Plan)란?

- 개선된 사항을 지속적으로 유지할 수 있도록 관리해야 할 항목과 방법을 표준화시킨 문서



- 프로세스 관리에 사용된 시스템을 요약 요약 기술해 주는 문서
- 관리방법에 대한 팀의 공식적인 기록문서
- 측정 시스템과 관리방법이 개선되는 것에 따라 갱신되는 살아있는 문서

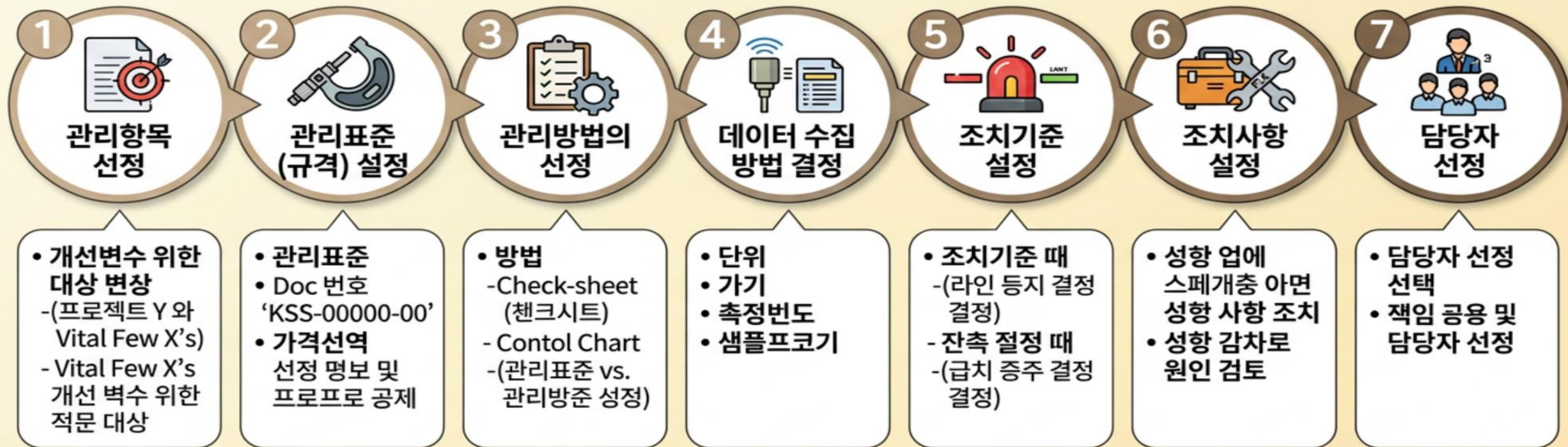
□ 관리 계획서의 상세 내용

- 관리 대상, 관리 목표, 측정 단위, 센서 형태, 측정 빈도, 샘플 크기, 의사결정 기준, 의사결정에 대한 책임, 조치사항 등

관리 대상	 
관리 목표	 
측정 단위	  
센서 형태	 
측정 빈도	 
Sample Size	  
Decision Criteria	  
Responsibility for Decision	  
Action Items	  

관리계획 수립

관리계획 작성 단계 및 상세 내용



실제 적용 예시

① 관리항목	② 관리표준 (규격) KES-00000-00	③ 관리방법	④ 데이터 수집 (측정방법)				⑤ 조치기준	⑥ 조치사항	⑦ 담당자
			단위	계측기	측정번호	Sample Size			
Carrier-Insert Length	22.00 ±0.05	Check Sheet	mm	O.G.P	New Parts 입고 시	1개/Tray	관리표준 이탈시	관련업체통보 및 조치	수입검사
Solder-Pot 온도	220 ±3	I-MR Chart	℃	Temp meter			관리 이탈시	원인검토	QE Eng'r

관리도(Control Chart) 개요

Q 관리도의 정의



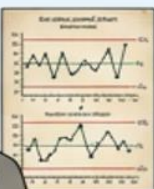
§ 품질의 변동상황을 그래프로 나타낸 것



§ 프로세스에 대한 정보들을 추정하거나 프로세스 능력을 정하는 데 이용, 유익한 정보를 제공하기도 함



§ 그래프 상에 그려진 한 쌍의 관리 한계선을 통해 그 선 안에 있으면 우연원인에 의한 품질변동으로 보고, 그 선 이상을 벗어나면 이상원인으로 인한 품질변동으로 간주



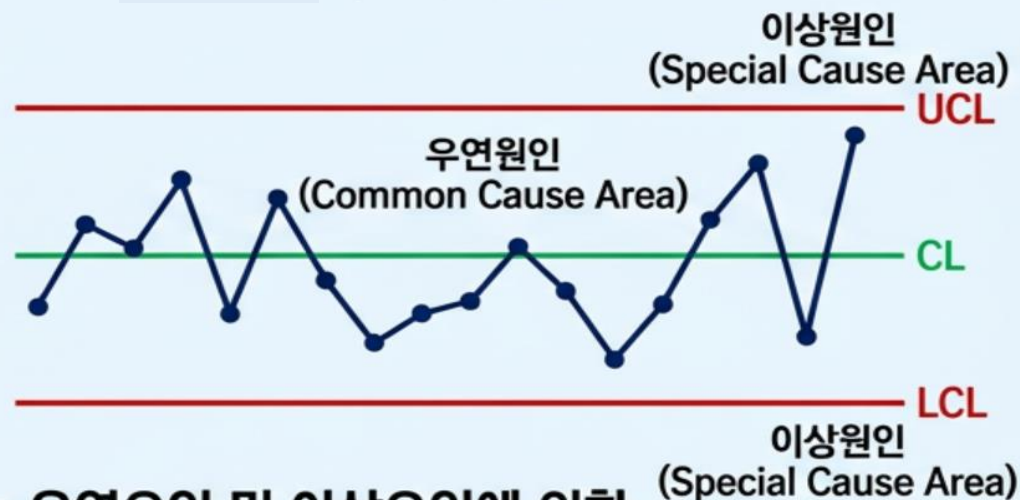
§ 월터 슈하르트 박사(Dr. Walter Shewhart)는 우연요인 및 이상요인에 의한 관리도스 관력요인을 관리면을 개발



§ 프로세스에 대한 정보들을 추정하거나 발생할 경우 수정조치를 함으로써 불량제품의 발생을 사전에 억제하는 것



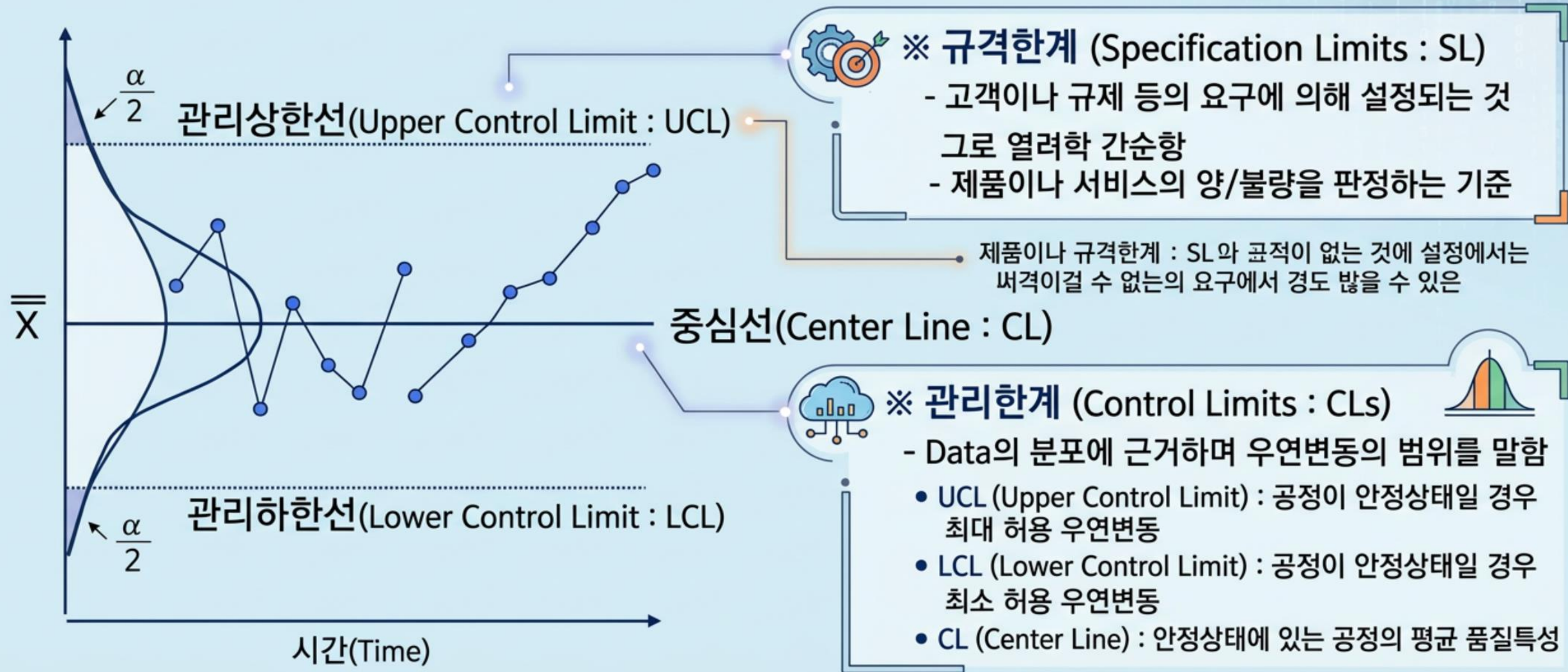
§ 품질의 변동을 가능한 한도까지 효과적으로 감소시킬 수 있음



관리도는 SPC의 중요한 도구이다.

관리도(Control Chart) 개요

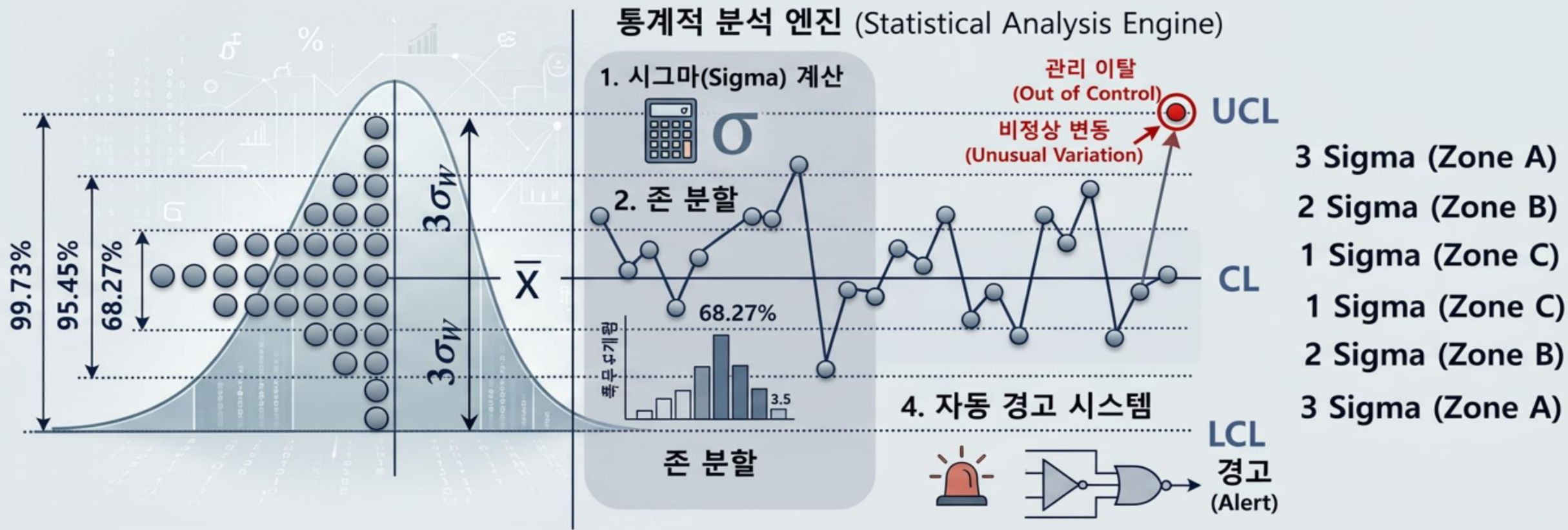
□ 관리도의 구성 (Components of a Control Chart)



관리도(Control Chart) 개요

□ X 관리도 상의 관리한계의 통계적 기초

- 우리가 사용하는 일반적인 관리도를 "슈하르트 관리도" 혹은 3시그마 관리도라고 부른다.
- ± 3 시그마를 벗어날 확률은 극히 적으므로,
만약 특정한 시점에서 관리한계를 벗어나는 경우를 "관리 이탈"이라고 한다.



산포 (Variation)

일반적으로 일정한 조건으로 생산을 하더라도 얻어지는 **제품의 품질특성치는 일정하지** 못하고 어떤 값을 중심으로 **변동(산포)**하고 있다.



품질 변동 요인 분류

“우연요인”



생산설비 공차



작업 공차



원재료 변증



생산설비의 교체나 생산방식에 대한 System적 접근을 통하여 근본적으로 품질변동의 크기를 축소시켜야 함.

“이상요인”



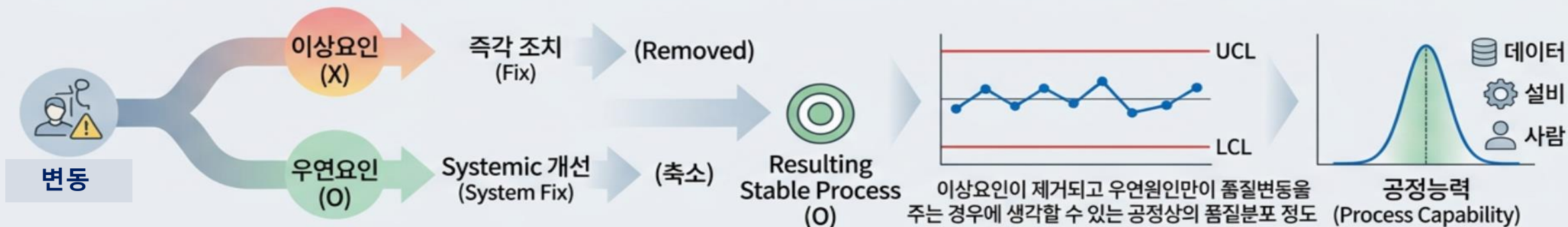
이상기계고장



작업자 변동



현장에서 즉각 조치를 취하여 없앨 수 있도록 함.



산포 (Variation)

□ 프로세스 산포의 종류



- **우연요인**
(Common Causes)
: 프로세스 개선 대상

- 모든 프로세스에 항상 존재함
- 프로세스 자체에서 여러 요소가 복합적으로 작용하여 발생하는 것임
- 감소 혹은 제거할 수 있으나 프로세스내의 근본적인 변화를 필요로 함



우연요인 변동의 양상은 앞으로 일어날 사건에 대해 예측 가능하게 하고
예측 한계 내에서 프로세스를 관리하게 한다.



- **이상요인**
(Special Causes)
: 프로세스 관리 대상

- 예측할 수 없음(산발적으로 발생)
- 우연원인보다 일반적으로 폭이 큼
- 기본적인 프로세스 모니터링 및 관리를 통해 제거, 감소될 수 있음

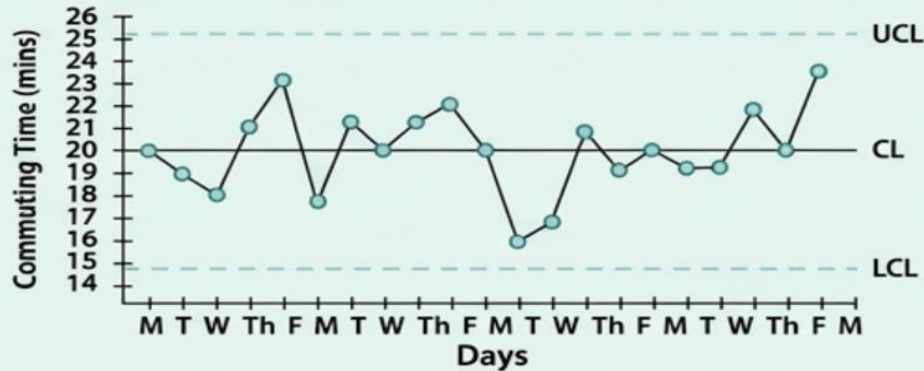


이상요인 변동의 양상은 예측이 불가능하고 관리할 수 없다.

산포 (Variation)

프로세스 산포의 종류

우연요인 (Common Causes) 및 관리상태 산포



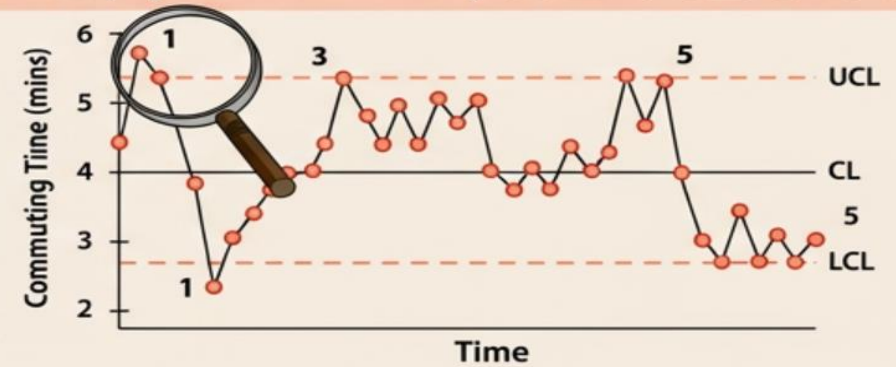
프로세스 개선 대상

- 모든 프로세스에 항상 존재함
- 여러 요소가 복합적으로 작용하여 발생
- 근본적인 변화를 필요로 함

우연요인(Common Cause)에 의한 자연스러운 품질변동

통계적인 관리 상태
(in statistical control)

이상요인(Special Causes) 및 관리이탈 상태의 산포



프로세스 관리 대상

- 예측할 수 없음(산발적 발생)
- 우연원인보다 일반적으로 폭이 큼
- 모니터링 및 관리를 통해 제거, 감소 가능

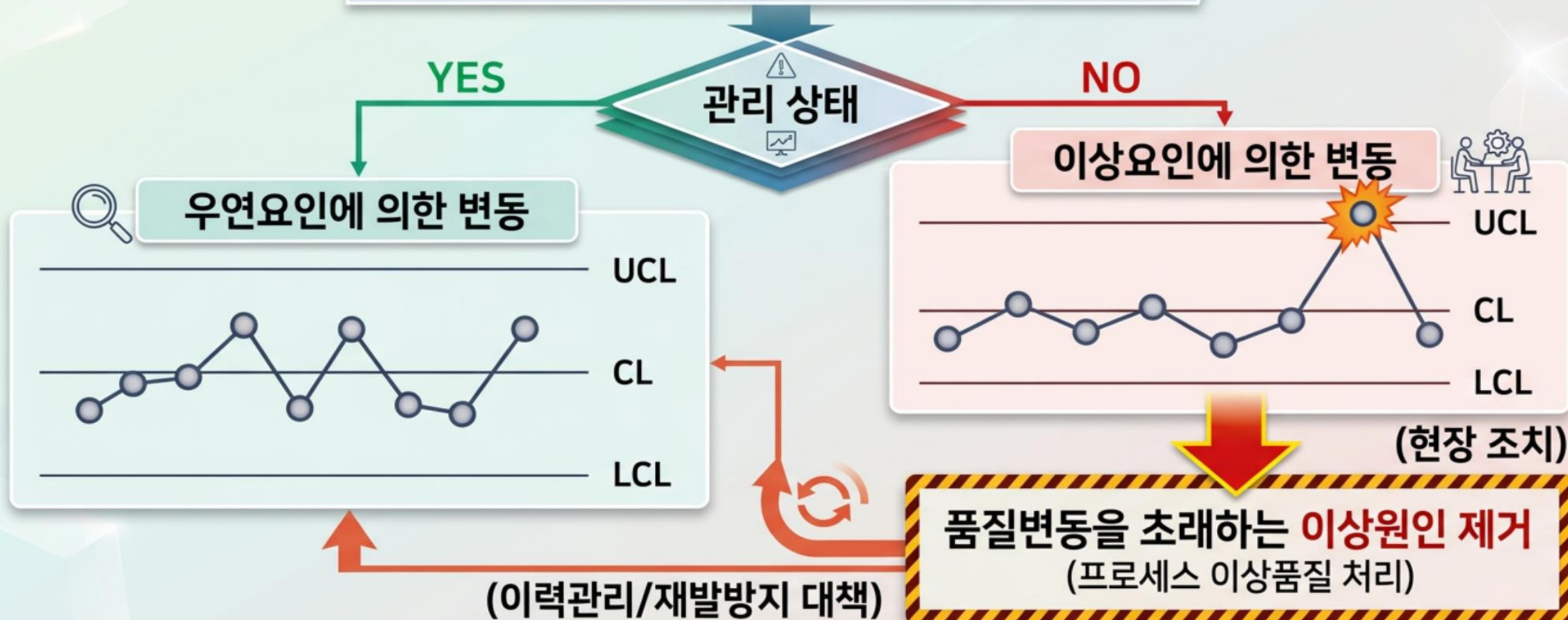
이상요인(Special Cause)에 의한 부자연스러운 품질변동

관리이탈 상태
(out of control)

관리도(Control Chart) 개요

□ 관리도를 통한 관리상태의 검증 (Verification of Control State via Control Charts)

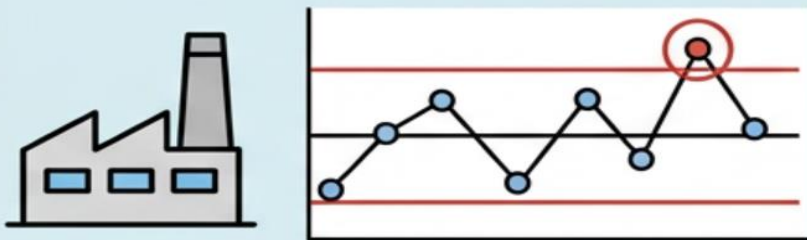
데이터의 수집 및 관리도를 통한 분석



관리도(Control Chart) 개요

▶ 관리도의 해석 (관리도의 해석)

1. 관리 이탈에 대한 처리



■ 바람직하지 못한 관리 이탈

· 1차 조치 : 원인 제거 및 공정 안정



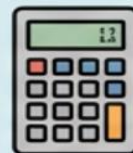
그 원인을 찾아 제거하여 공정을 안정 상태로 하는 조치

· 2차 조치 : 재발방지 및 근본 조치

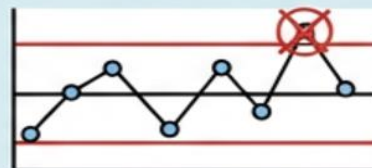
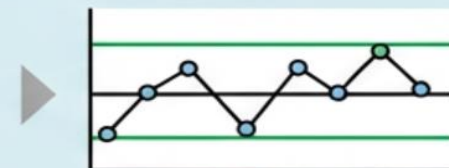


차후 같은 원인에 의해 이상상태가 발생하지 않도록 근본적인 재발 방지 조치

2. 공정 관리용 관리한계선의 계산



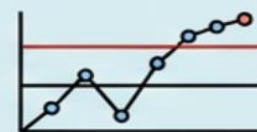
위와 같은 조치 후, 이탈한 점을 제외하고 관리한계선을 다시 계산
(조치를 취하지 않은 경우는 그대로 포함시킴)



(이탈 점 제외 계산)



바람직한 관리 이탈



· 높은 수율 및 강도

품질특성이 수율, 강도 등으로서 그 값이 클수록 좋을 경우



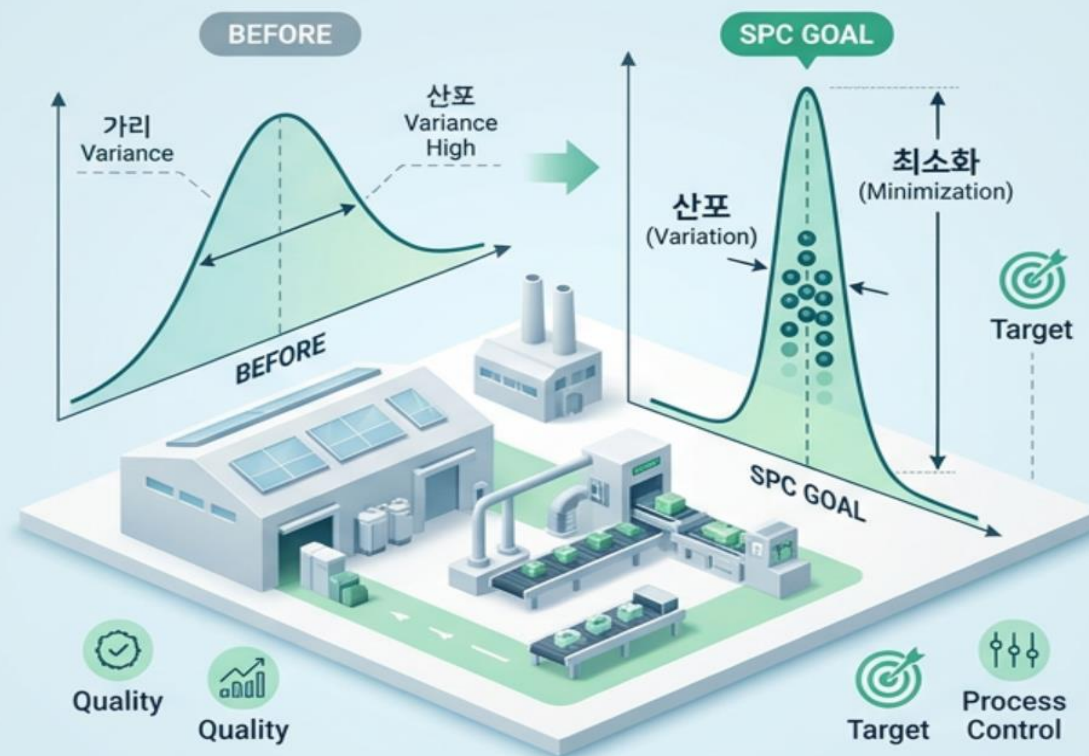
· 품질 개선의 실마리

관리 상한선을 벗어나면, 그 원인을 잘 조사하여 품질개선의 실마리로 삼는다.

SPC 개요

통계적 공정관리(SPC)의 목표는...

목표치 주위로 산포를 최소화하는 것이다.



통계적 공정관리 로드맵

품질관리 체계 구축 및 운영

