

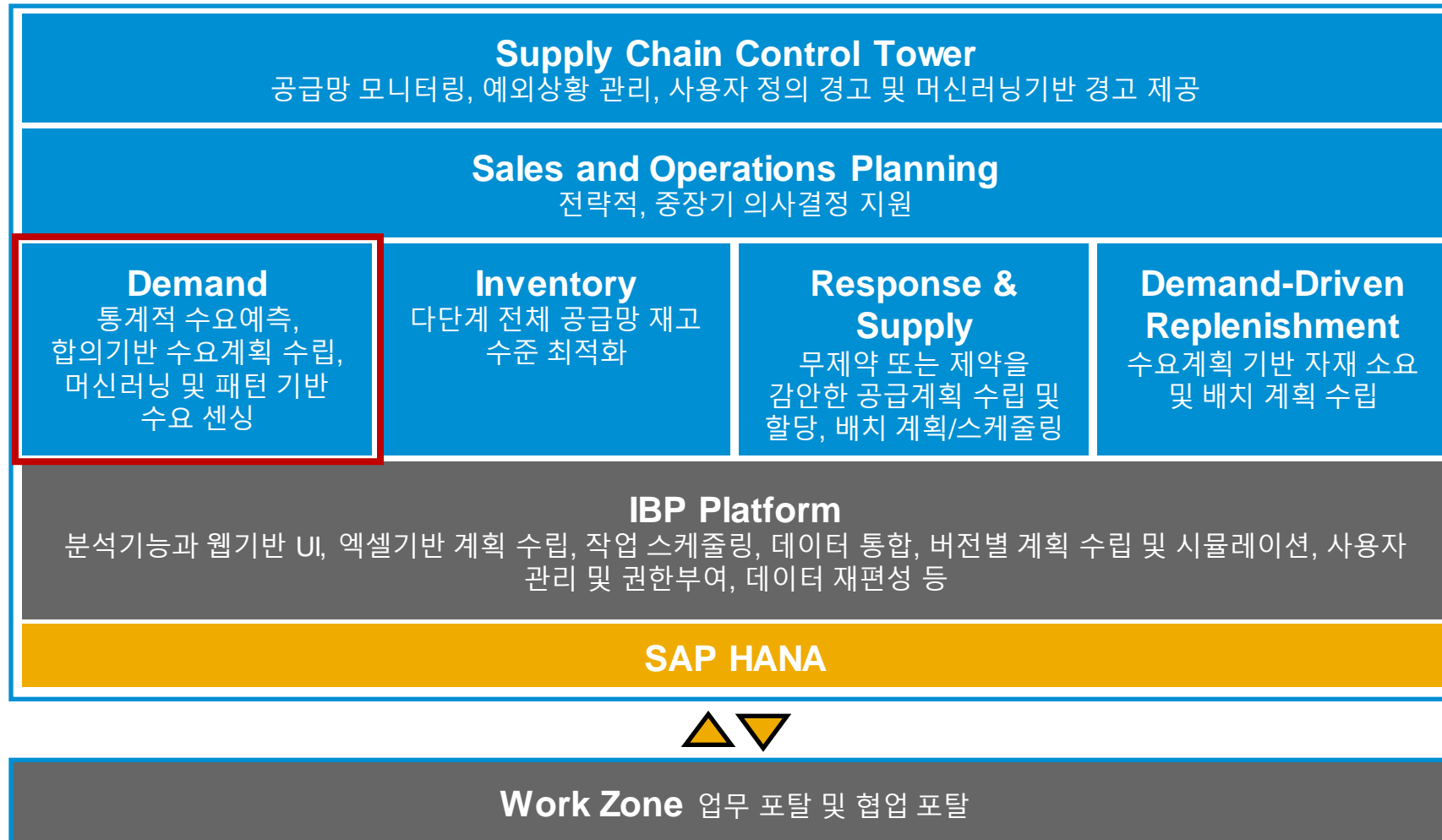


SAP® Digital Supply Chain

# SAP IBP(Integrated Business Planning) for Demand Machine Learning 알고리즘 기반 수요예측 고도화

Sujung Park  
April, 2022

# Plan and Respond with SAP's Integrated Business Planning Solution



# 전통적인 수요예측 vs. 고도화된 수요예측 방법

## 고도화된/다변량 통계적 수요예측이 필요한 이유

### 전통적인 수요예측 방법

- Only **Sales History**에만 의존
- 광범위하게 쓰이고 알려짐
- 판매예측정확도를 향상시키기에는 한계가 있음

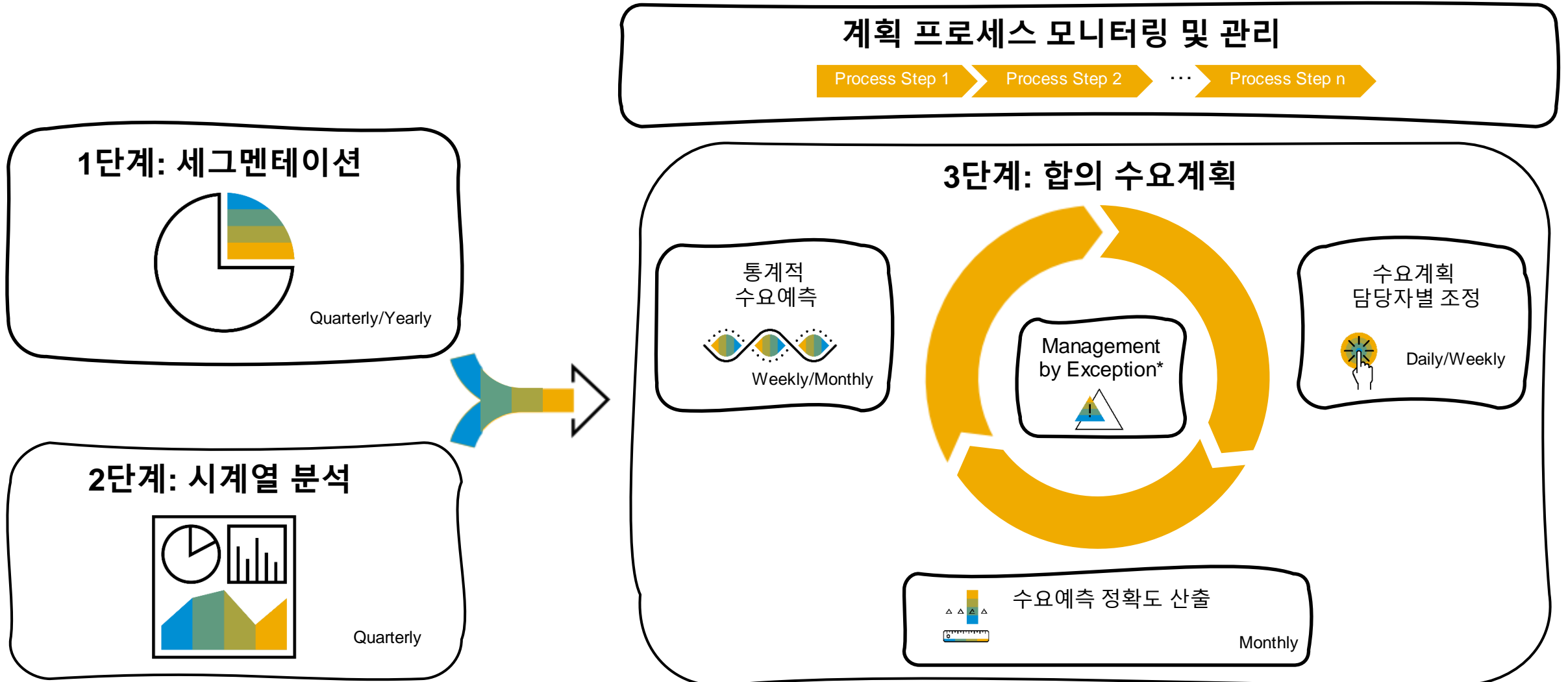
VS

### 고도화된 수요예측 방법

- Sales History외에도 **외부의 독립변수들**을 입력값으로 반영할 수 있음
- 여러 변수에 대한 데이터 스트림을 반영함에 따라 보다 정확한 예측결과를 얻을 수 있음
- 프로모션이나 이벤트에 대한 새로운 판매예측모델링이 가능함

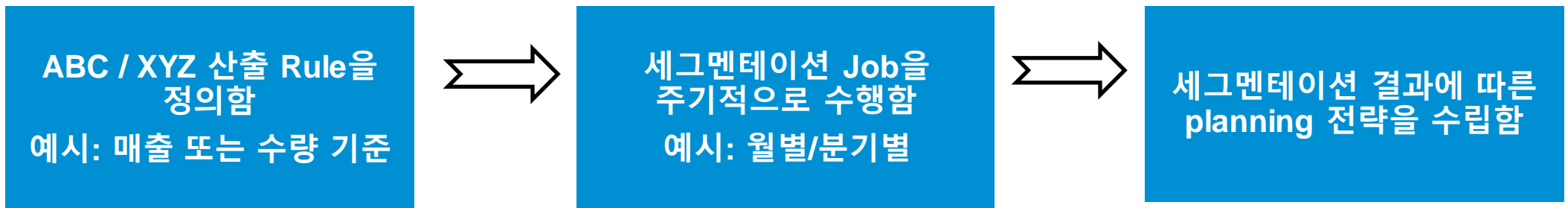
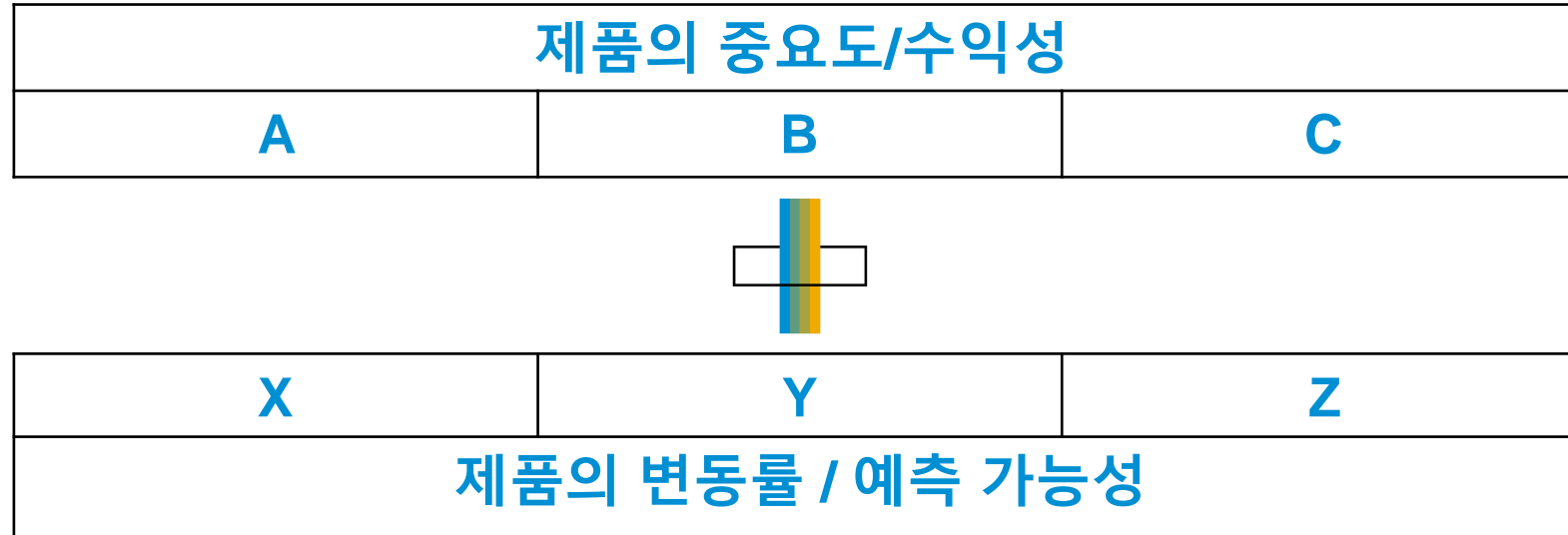
# Demand Planning

## 프로세스 개요



# 1단계: Demand 세그멘테이션


## 세그멘테이션 기준 설정 및 도출




# 1단계: Demand 세그멘테이션

## 선택과 집중에 의한 전문인력 할당

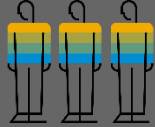
ABC 세그멘테이션: 중요도 | XYZ 세그멘테이션: 변동성/예측 가능성

**A-X** 


중요도가 높고 예측이 쉬움

**A-Y** 


높은 중요도,  
예측이 쉽지 않음

**A-Z** 

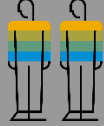
높은 중요도,  
예측하기 어려움

**B-X** 


중요도 중간, 예측 쉬움

**B-Y** 


중간 중요도, 예측이 쉽지 않음

**B-Z** 


중간 중요도, 예측하기 어려움

**C-X** 

중요도가 낮고 예측이 쉬움

**C-Y** 

낮은 중요도, 예측이 쉽지 않음

**C-Z** 

중요도 낮음, 예측하기 어려움

# 1단계: Demand 세그멘테이션

## Machine Learning Method in ABC/XYZ Segmentation

Segmentation\_ABC\_XYZ  
Segmentation by Volume and Volatility

General ABC Segmentation XYZ Segmentation

-24 Months ○ ○ Now

Segmentation Method:\* (6) K-Means

Use Grouping: (1) By Pareto Principle (Sorted and Cumulated %)

Attributes for Grouping: (2) By Pareto Principle (Sorted and Cumulated Values)

Target UoM: (3) By Number of Items (Sorted %)

Target Currency: (4) By Number of Items (Sorted Values)

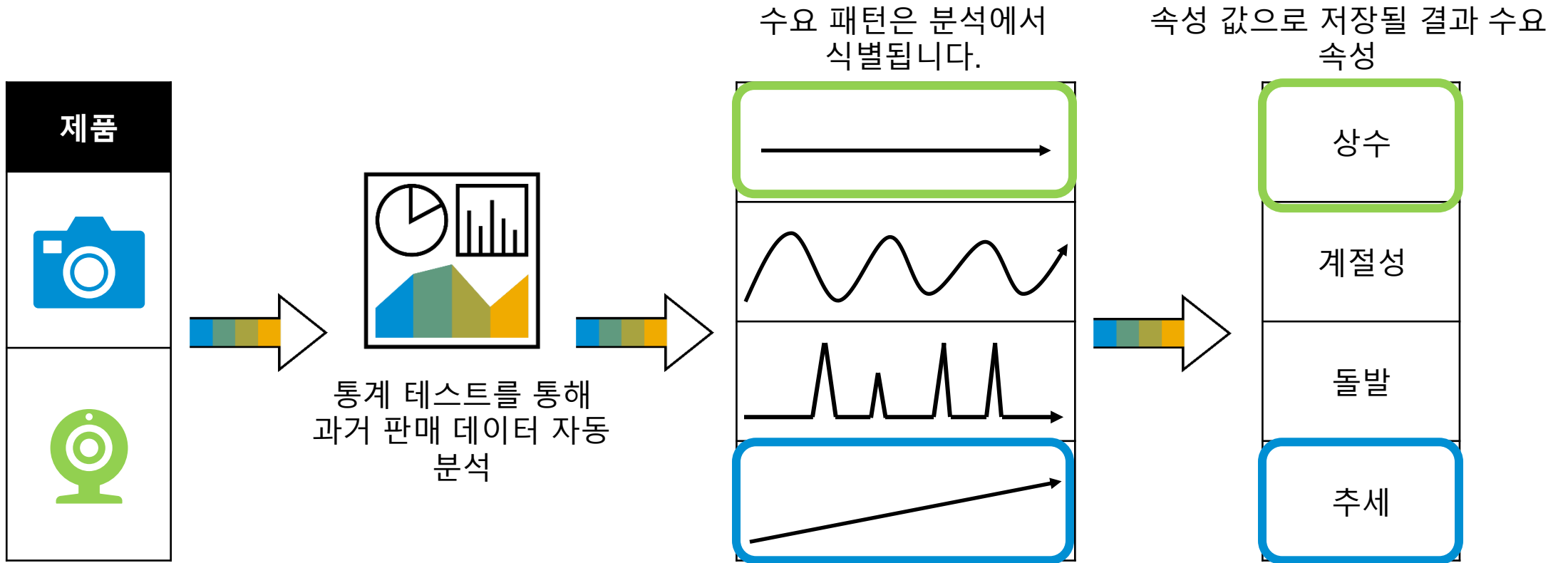
(5) By Segmentation Measure (Single Values)

(6) K-Means

ABC Segments (3)

<input type="checkbox"/>	Name*	Description
<input type="checkbox"/>	A	A
<input type="checkbox"/>	B	B
<input type="checkbox"/>	C	C

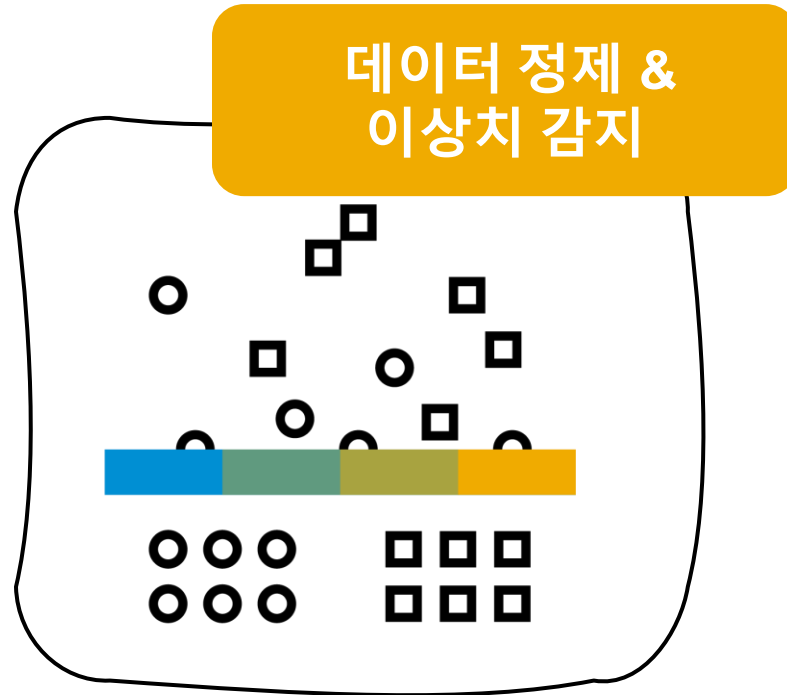
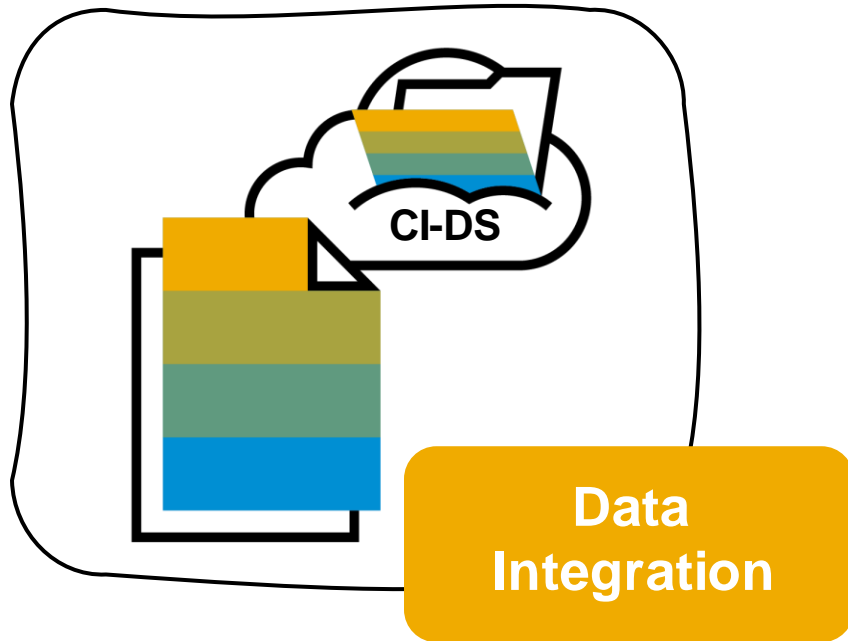
## 2단계: 시계열 분석 수요 패턴분류





# 3단계: 합의 수요 계획 – 통계적 수요예측

## 데이터 준비 및 알고리즘 실행



\* CI-DS (Cloud Integration for Data service)

# 데이터 정제

정확한 수요예측을 위한 전제조건은 판매실적 데이터 정제임

데이터 정제

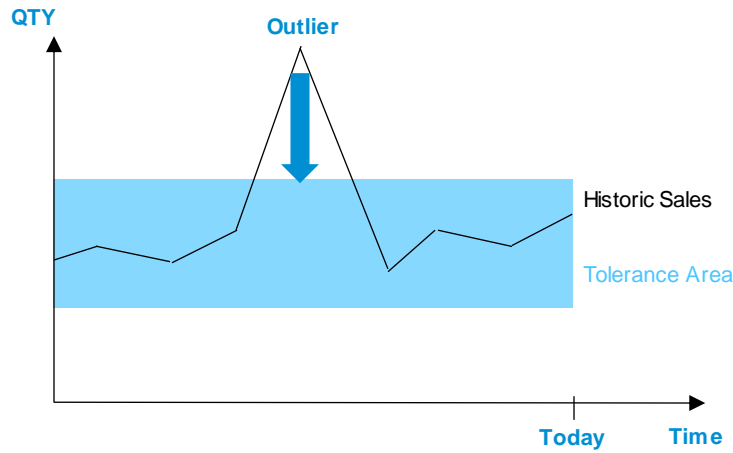
데이터 신뢰성 확보

Better Forecasting Results

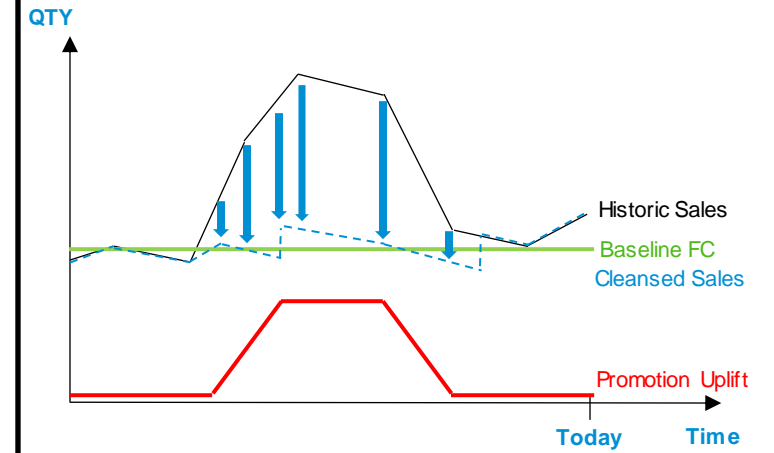
## 누락된 데이터의 대체값



## 이상치보정



## 프로모션 판매 Life효과 제거
















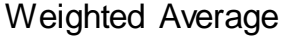

### Automated Data Cleansing

“pre-processing algorithms“을 정의하여 수요예측 수행 전 자동으로 데이터 정제 수행

### Manual Data Cleansing

Microsoft Excel을 통해 Planning View를 조정하여 데이터 정제 및 반영 예) by calculating standard variations

# 수요예측 알고리즘

Product	Common Demand Patterns	Demand Proprieties	Algorithms Used	Forecast Accuracy
		Constant	Adaptive Response Rate Single Exponential Smoothing	78%
			Automated Exponential Smoothing	80%
			Auto-ARIMA/SARIMA	78%
			Brown Exponential Smoothing	75%
		Seasonal	Croston Method	
			Double Exponential Smoothing	70%
		Sporadic	Multiple Linear Regression	
			Simple Average	70%
		Trend	Simple Moving Average	65%
			Single Exponential Smoothing	85%
			Triple Exponential Smoothing	
			Weighted Average	75%
				75%

제품 별 수요패턴에 따른 시계열분석

시계열 분석기반 알고리즘 선별

오차율 기반 Best Fit 알고리즘 제안

# 단변량 통계적 수요예측 알고리즘

## Data Cleansing

- Outlier Correction
- Substitute Missing Values
- Promotion Sales Lift Elimination

## Constant Models

- 자동 지수 평활법
- 단순 지수 평활법
- Adaptive-Response-Rate 단순 지수 평활법
- 단순 이동 평균법
- 단순 평균법
- 가중 이동 평균법
- 가중 평균법

## Trend Models

- 자동 지수 평활법
- 이중 지수 평활법
- 브라운의 선형 지수 평활법
- Auto-ARIMA

## Seasonal Models

- 자동 지수 평활법
- 삼중 지수 평활법
- Auto-SARIMA
- Seasonal 선형 회귀

## Sporadic Demand Models

- Croston 방법

## Naïve Models

- Copy Past Periods

# 다변량 통계적 수요예측 알고리즘

## Regression Models

- 다중 선형 회귀
- Auto-ARIMAX/Auto-SARIMAX

## Machine Learning Models

- 그레디언트 부스팅

기존 예측 변수와 **추가적인 독립변수**사이의 관계를 파악해주는 역할을 합니다.

**독립변수**들은 기존의 과거매출실적 외에도 예측을 위한 다른 수치들을 Key figure로 만들어서 IBP에 반영합니다.



독립변수가 과거 가져온 영향도를 머신 러닝을 통해 습득해서 Forecast 생성할 때 적용합니다.

# 다변량 통계적 수요예측 알고리즘

## Overall Parameters

Main Input for Forecasting Steps: \* Sales History Adjusted

Target Key Figure for Forecast: \* Total Forecast Qty

Target Key Figure for Ex-Post Forecast: Select a key figure

## Algorithms

### Gradient Boosting of Decision Trees

Analyze Impact on Forecast:

Baseline for Forecast:

Analyze Impact on Ex-Post Forecast:

Baseline for Ex-Post Forecast:

Maximum Number of Trees: \* 50

Learning Rate: \* 0.1

Maximum Tree Depth: \* 6

## Independent Variables (3)

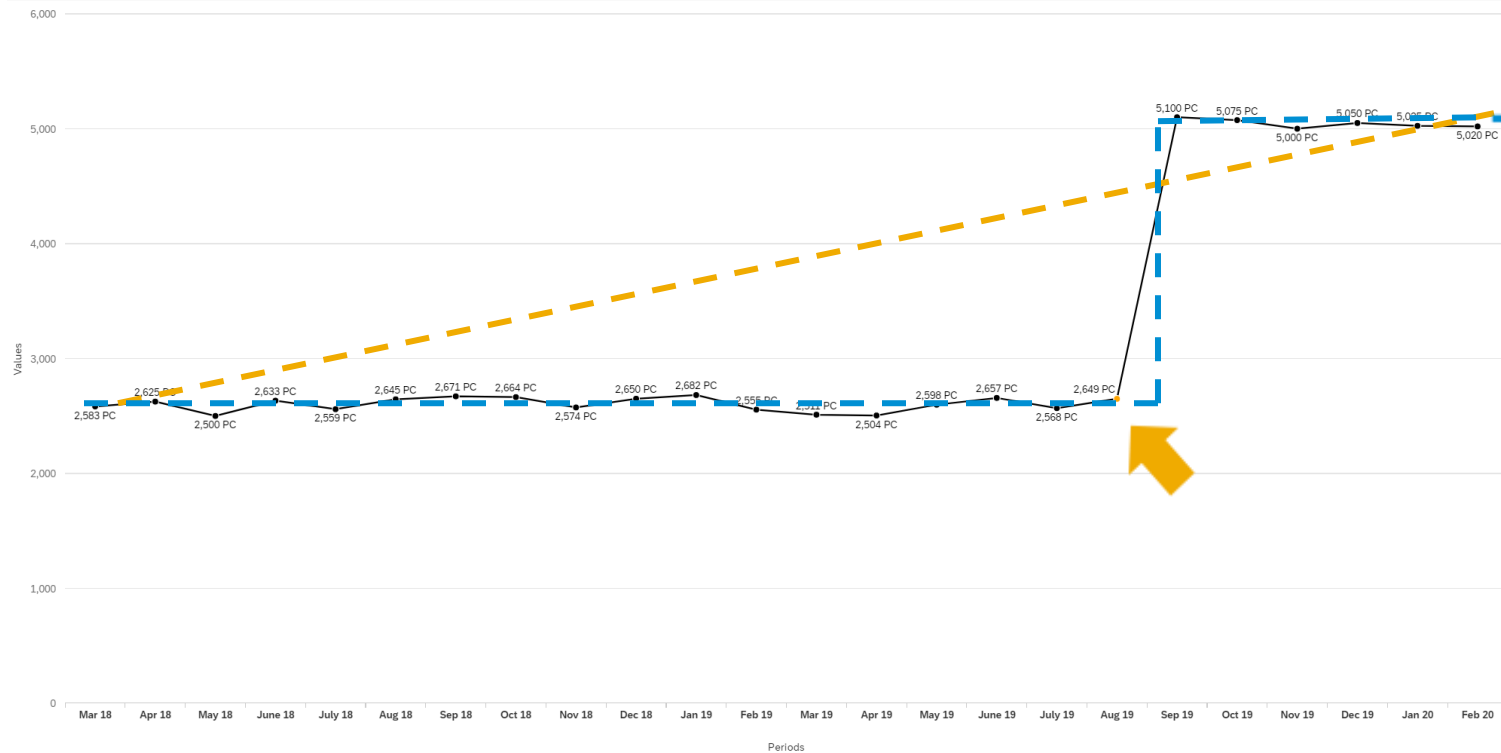
Key Figure	Period Offsets	Zero-Impact Setting	Impact Key Figure for Forecast	Impact Key Figure for Ex-Post Forecast
Marketing Budget	-0 / 0 periods	Zero or NULL Value		
Event Key Figure	-0 / 0 periods	Zero or NULL Value		
Product Price	-0 / 0 periods	Zero or NULL Value		

독립 변수

# 데이터 변화 포인트 탐지

## 데이터 스케일 변화 포인트 사례

2019년 8월과 9월 사이에 판매실적 수준에 변화가 발생함



데이터 변화 포인트 탐지를 하지 않을 경우:  
: 우상향 경향으로 수요예측 생성

데이터 변화 포인트 탐지에 의한 수요예측  
: 보다 큰 값을 지닌 constant forecast

데이터의 스케일 또는 패턴  
변경점 찾아 통계적 수요예측  
알고리즘에 반영

Consider Change Points:

# 통계적 수요예측: Best Fit Models

Manage Forecast Model

BestFit  
Planning Area SON01

Number of Planning Objects

GENERAL PREPROCESSING STEPS **FORECASTING STEPS** POSTPROCESSING STEPS

Overall Parameters

\*Main Input for Forecasting Steps: Sales History

\*Target Key Figure for Forecast: Statistical Forecast

Consider Product Lifecycle Information:

Target Key Figure for Ex-Post Forecast: Expost Forecast

Algorithms

- Auto-ARIMA/SARIMA
- Automated Exponential Smoothing
  - Scope of Optimization: Select Smoothing Algorithm with Best Results
  - Measure Used for Optimization: Mean Square Error (MSE)
  - Calculate Number of Periods in a Season:
  - Enable Trend Dampening:
  - Algorithm Used for Optimization: Single Exponential Smoothing
  - Type of Seasonality: Multiplicative Seasonality
  - Periods in a Season:
  - Lower Limit for Alpha:
  - Upper Limit for Alpha:
  - Lower Limit for Beta:
  - Upper Limit for Beta:
  - Lower Limit for Gamma:
  - Upper Limit for Gamma:
- Croston Method
- Gradient Boosting of Decision Trees

Utilize Multiple Forecasts

\*Method: Choose Best Forecast

\*Measure Used for Forecast Comparison: Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Test Phase Periods: 3

Save Save As... Cancel

Manage Forecast Models

Add Forecasting Algorithm

Search

Available Algorithms

- Auto-ARIMA/SARIMA
- Auto-ARIMAX/SARIMAX
- Automated Exponential Smoothing
- Single Exponential Smoothing
- Adaptive-Response-Rate Single Exponential Smoothing
- Double Exponential Smoothing
- Brown Exponential Smoothing
- Triple Exponential Smoothing
- Simple Moving Average
- Simple Average
- Weighted Moving Average
- Weighted Average
- Croston Method
- Multiple Linear Regression
- Gradient Boosting of Decision Trees
- Copy Past Periods
- Seasonal Linear Regression
- External Forecast** (joined with others)
- Demand Sensing (Full)
- Demand Sensing (Update)

Cancel



# 수요예측 자동화



**Ultimate Business Goal:** 우수하고 신뢰성있는 수요예측 값 생성을 위한 최적의 알고리즘 제안

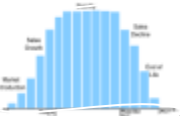
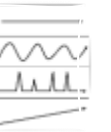
## 수요예측 레벨 최적화

분해와 조합로직에 기반한  
시계열 분석을 통해 가장 적합한  
수요예측 레벨을 결정함



## 시계열 분석: Understand the Data

- 판매 실적 패턴 정의  
(Constant, Trend, Seasonal)
- 시계열분석을 통한 이상치 및 변경점 탐색
- **Product Life Cycle** 반영  
(growth, maturity, decline phase)

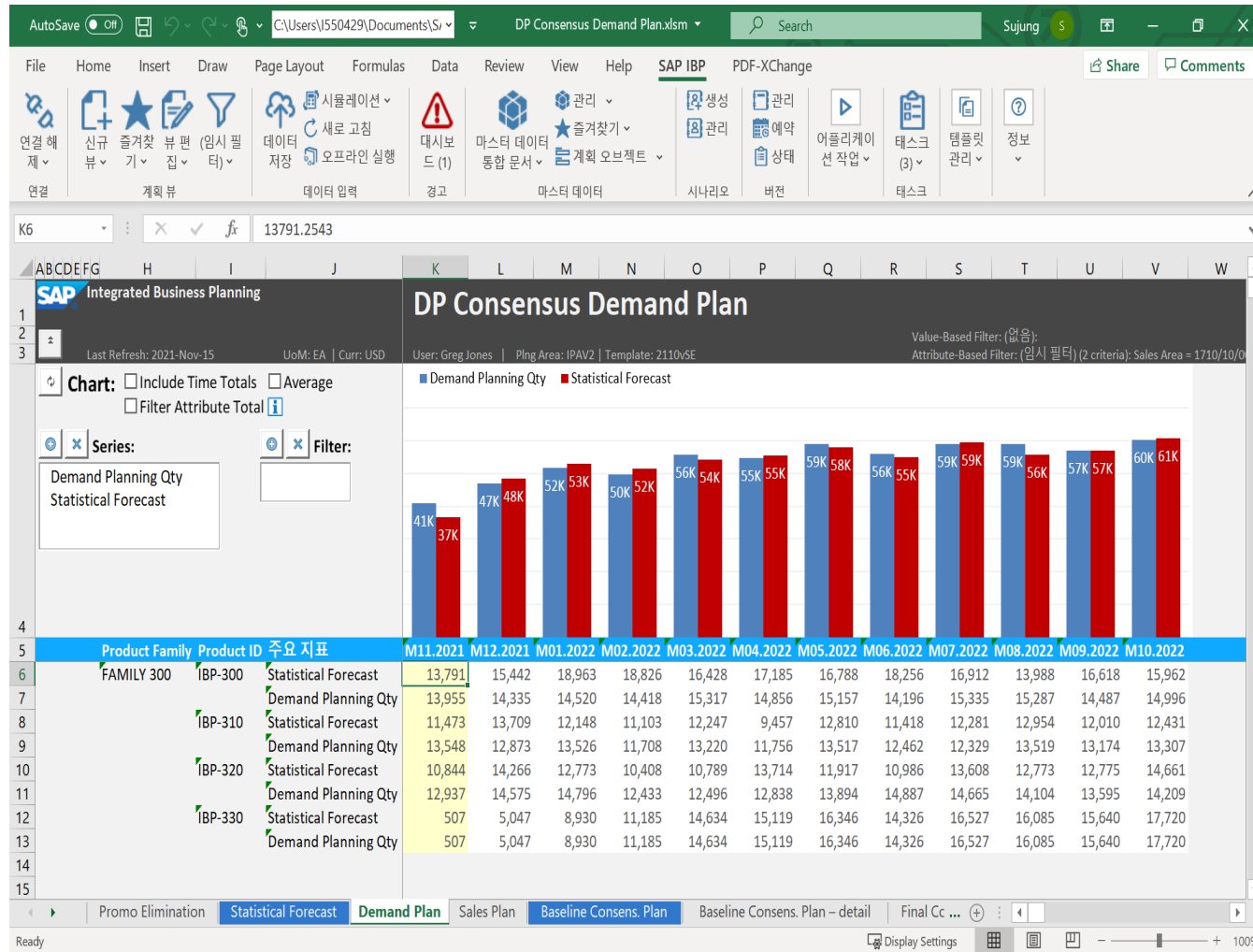


## Intelligent 수요예측: 최적의 수요예측 알고리즘과 파라미터 선택

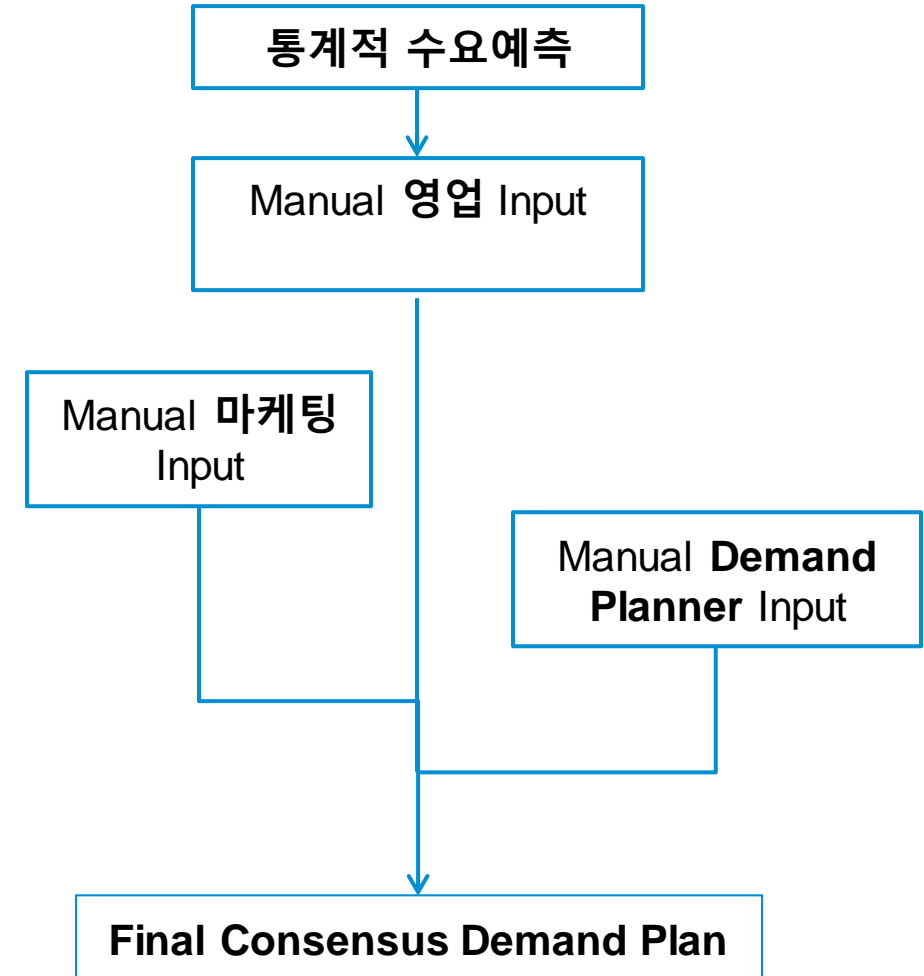
- 판매 실적 패턴에 따른 **Best Fit Model** 선택
- 변경점을 반영한 수요예측
- 파라미터간의 상관관계 및 영향도 분석
- 수요예측 알고리즘 추가 반영

# 3단계: 합의 수요계획 - 수요계획 담당자별 조정 및 확정

## 자동으로 산출된 값에 대한 보정 및 정제

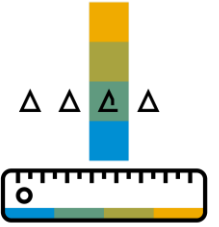


Example:

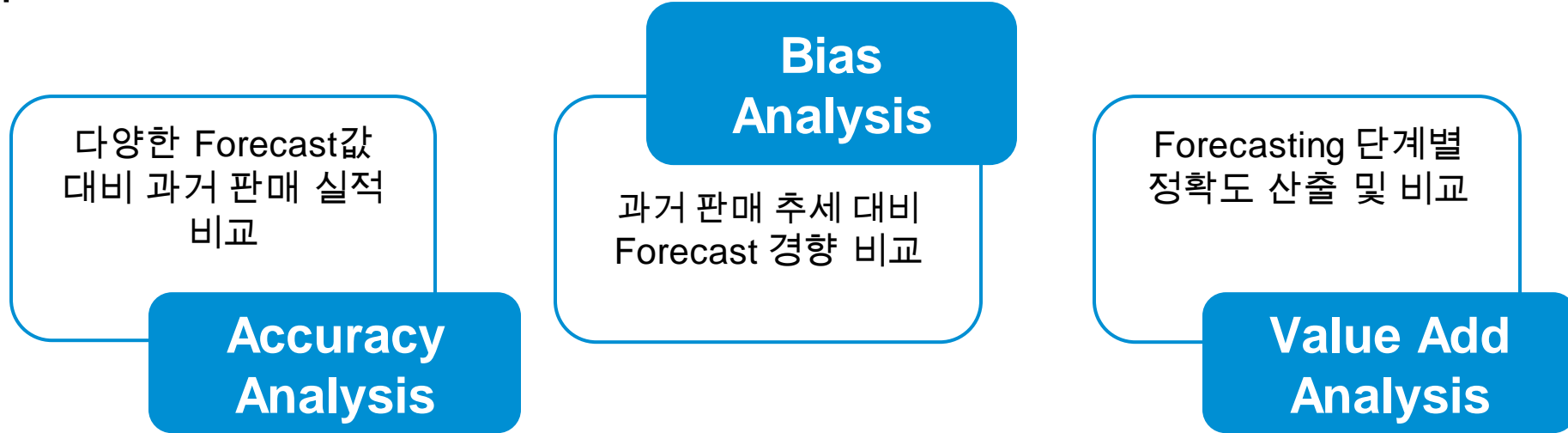


# 3단계: 합의 수요계획- 수요예측 정확도 관리

## 수요예측 프로세스의 품질 측정

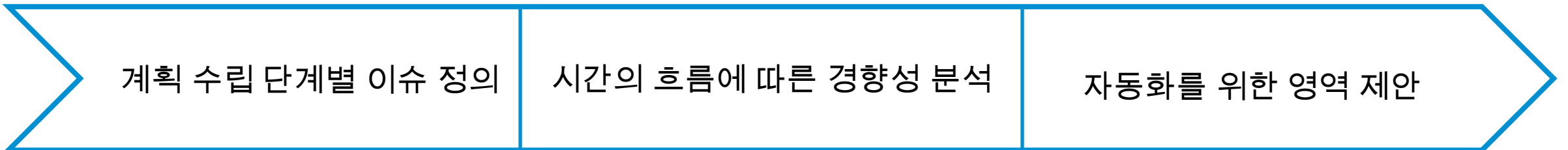


What it Does:



What it Means:

- Mean Percentage Error (MPE)/ Mean Absolute Percentage Error (MAPE)/ Mean Square Error (MSE)/ Root of the Mean Square Error (RMSE)/ Mean Absolute Deviation (MAD)/ Error Total (ET)/ Mean Absolute Scaled Error (MASE) /Weighted Mean Absolute Percentage Error (WMAPE)



계획 수립 단계별 이슈 정의

시간의 흐름에 따른 경향성 분석

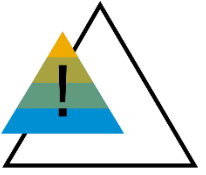
자동화를 위한 영역 제안

Short Term Improvements


Long Term Improvements

# 3단계: 합의 수요계획-예외 상황 관리

## 사용자 정의 Alert 및 해결방안 제시



### ALERTS

 Forecast Bias가 임계치(Threshold)값보다 클 경우




수정 및 보완을 위한 단계 정의

 Forecast 정확도가 타겟보다 낮을 경우



담당자 정의

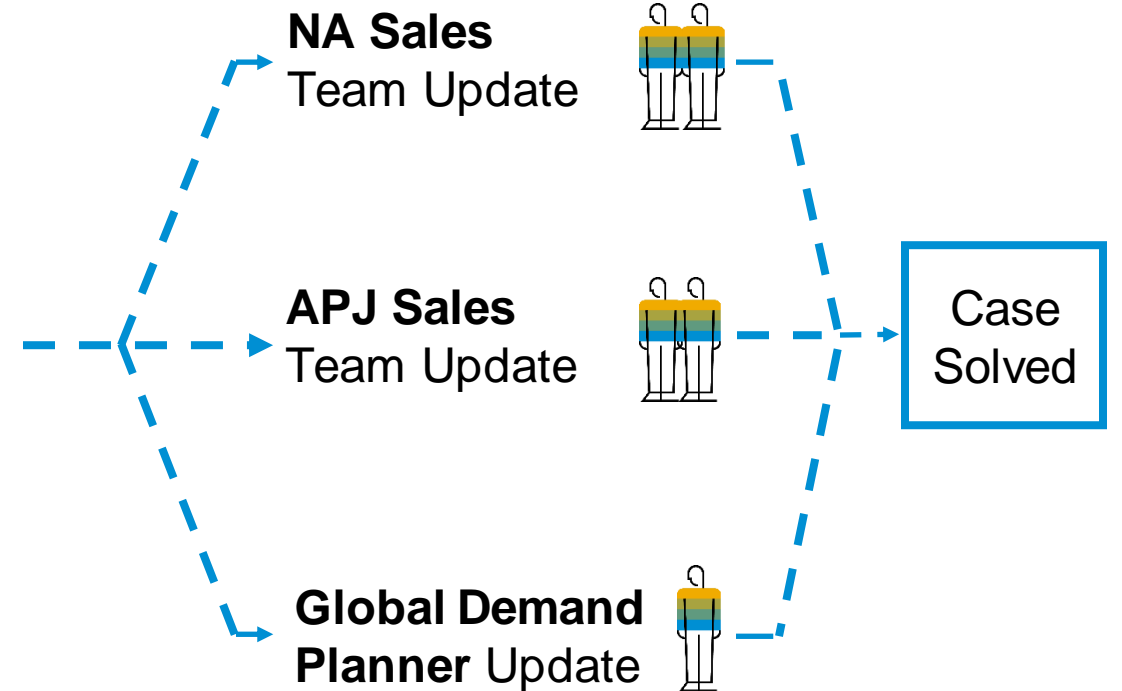
 프로모션 Uplift값이 Baseline Forecast값보다 50%이상일 경우



수정 및 보완을 위한 마감 일자 관리

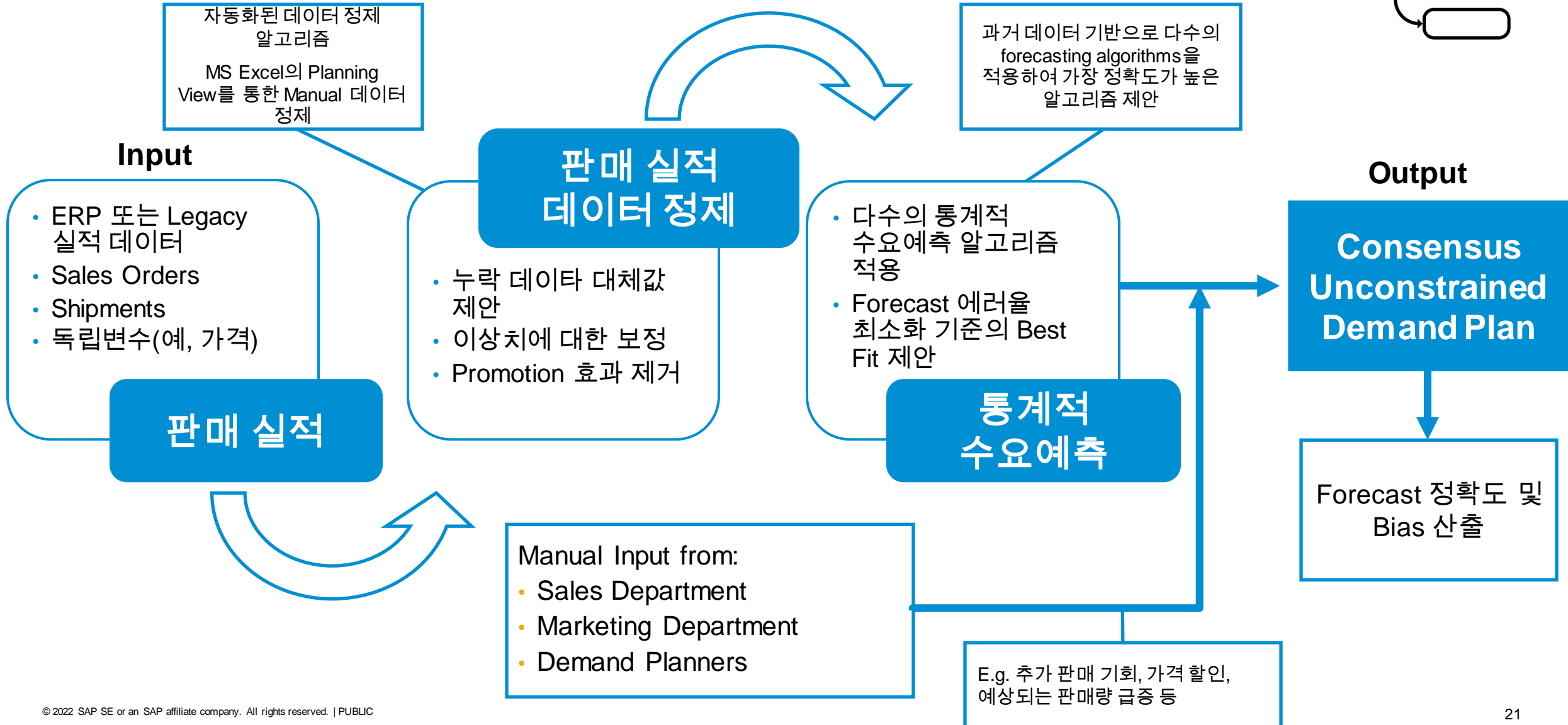
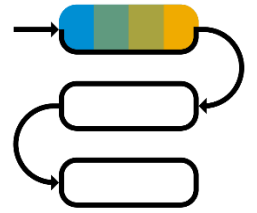
 ...

### Case Management

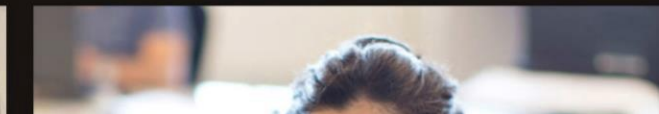
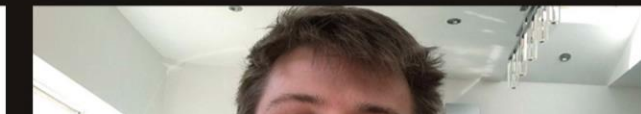
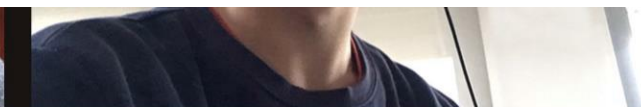


# 합의 수요계획 프로세스

## 요약



# Q&A



# Thank you.