需要予測

需要予測の必要性

販売市場

買い手市場

許容時間の短縮
（短納期の要求）

市場変化の激化

プロダクトライフ
サイクルの短縮

企業経営

顧客満足

キャッシュフロー

欠品しない！

在庫を多く！

矛盾

過剰在庫を避ける！

在庫を少なく！

「必要なときに」，「必要なモノを」，「必要な量だけ」,顧客に供給する。
（場所）

需要予測モデル

時系列データ
目的変数（y）のみ使用

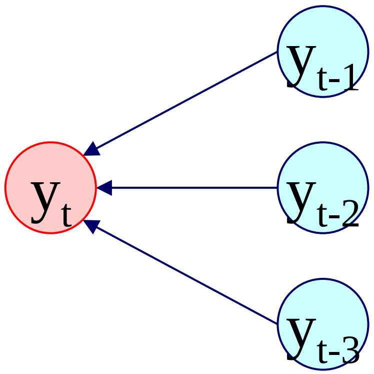
目的変数（y）と説明変数（x_1, x_2, …）

移動平均法

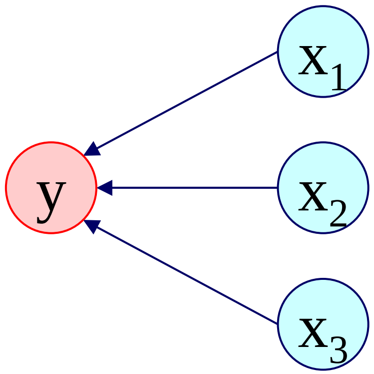
指数平滑法

重回帰分析

数量化Ⅰ類

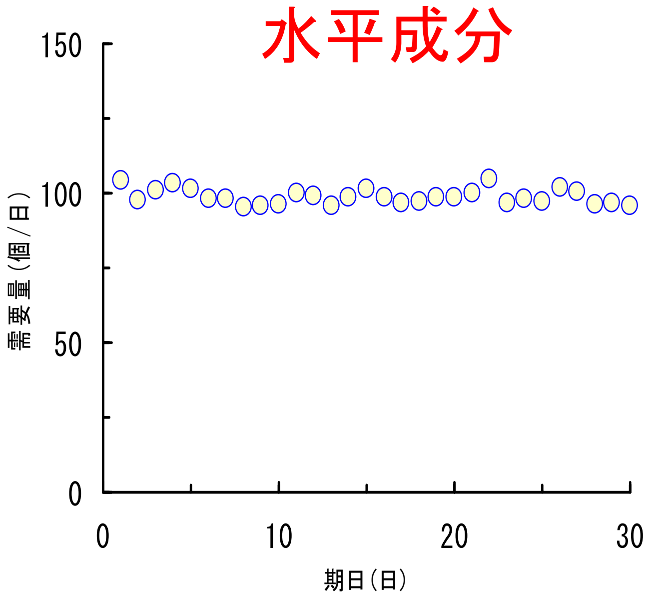


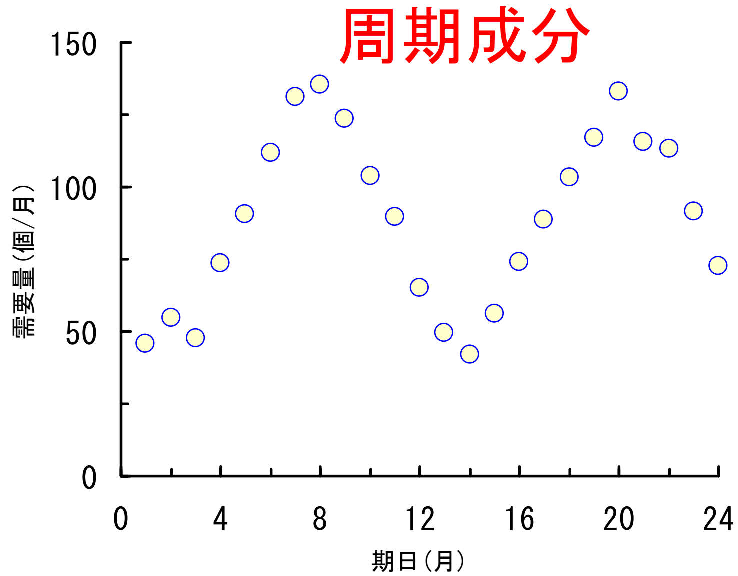
量的データ　量的データ

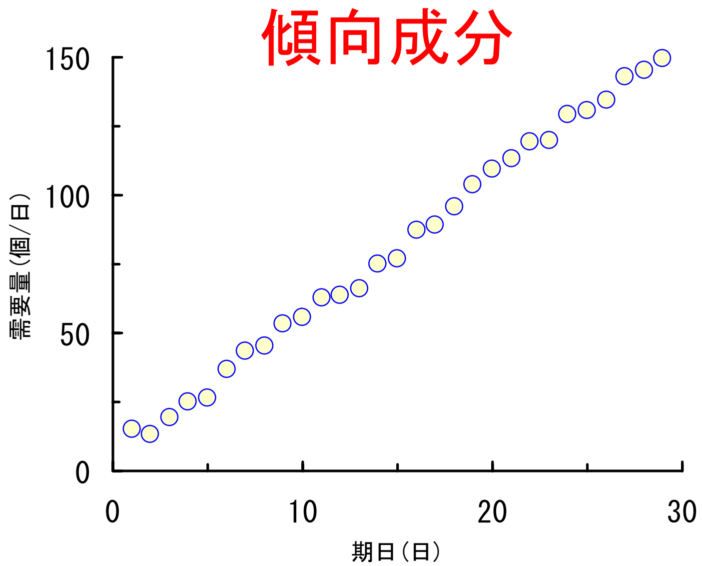


量的データ　量的・質的データ

需要の成分分解







ノイズ

偶然性に起因する需要変動

移動平均法のモデル式

直前のn期間の平均値を求めて、次の期の予測値とする。各期予測を行なう。

$$S_{t+1} = \frac{\sum_{m=0}^{n-1} y_{t-m}}{n}$$

S_{t+1}	t+1期の予測値
y_t	t期の実績値
n	次数

移動平均法の計算例

月	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
販売数量	51	61	63	40	56	54	55					

次数：6ヶ月

2月の予測値

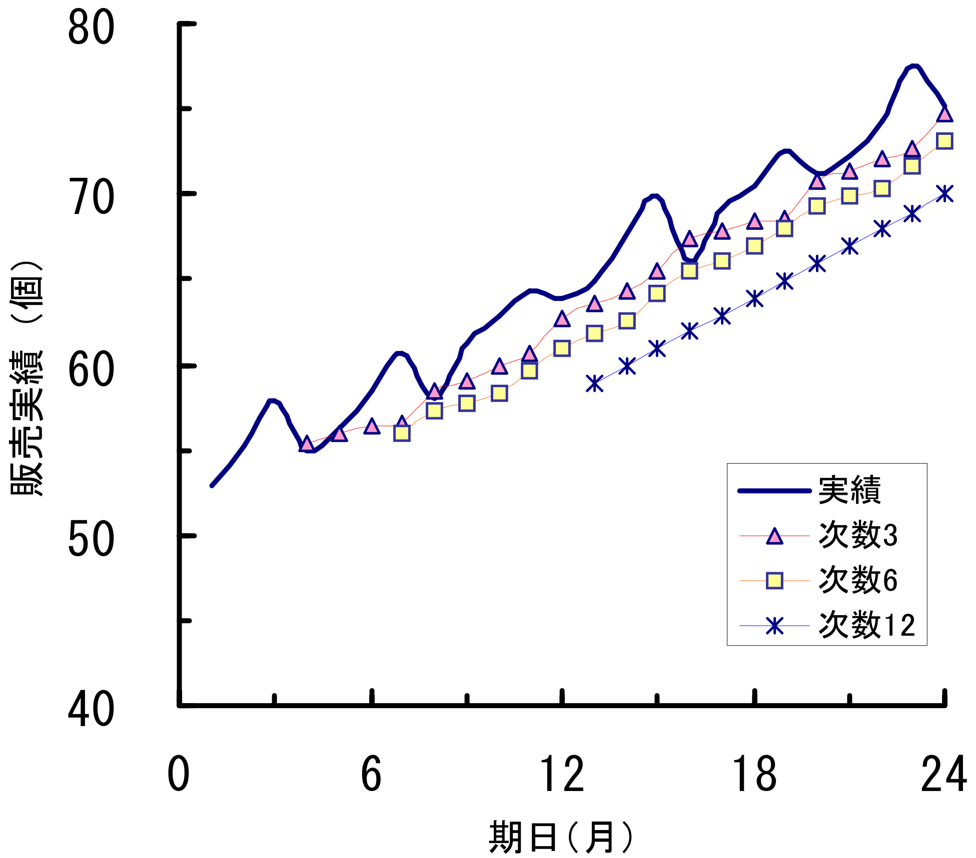
予測値　＝　(51+61+63+40+56+54)/6
　　　　＝　54.2

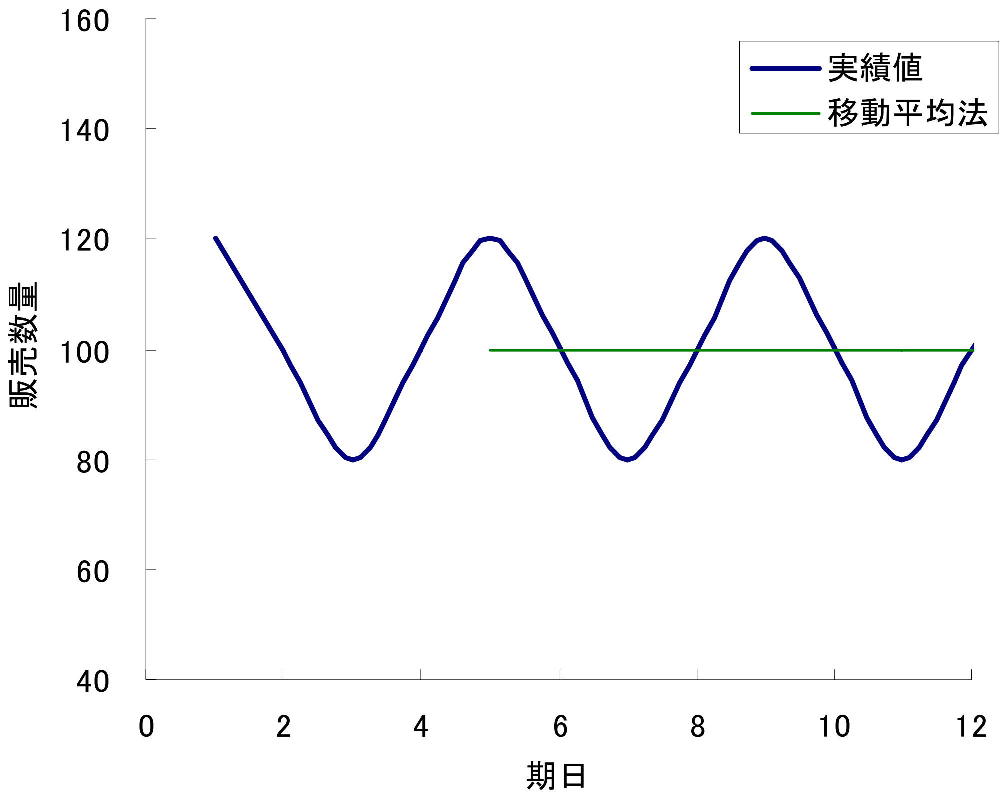
3月の予測値

予測値　＝　(61+63+40+56+54+55)/6
　　　　＝　54.8

移動平均法の特徴

①偶然性に起因する需要変動（ノイズ）を取り除いて予測できる。
②需要の変化(傾向・周期)への対応が遅れる。
③需要変動の傾向成分、周期成分を抽出できる。





指数平滑法

- 旧予測値とその実績との差の影響を取りいれて、新予測値を推定しようとするものである。
- （加重）移動平均法の一種である。

- （1次，単純）指数平滑法
- ホルト法
- ホルト・ウィンタース法
- 可変応答平滑法

（1次，単純）指数平滑法のモデル式

Single Exponential Smoothing

$$S_{t+1} = \alpha \cdot y_t + (1-\alpha) \cdot S_t$$

$$0 < \alpha \leq 1, \quad t \geq 1$$

S_{t+1}　t+1期の新予測値

S_t　t期の旧予測値

y_t　t期の実績値

α　平滑化定数

初期値　$S_1 = y_1$

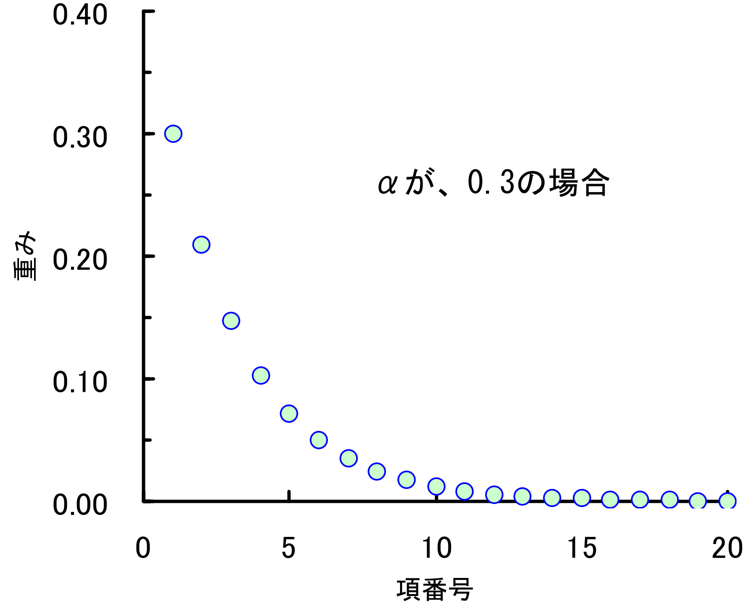
モデル式の展開

$$S_{t+1}=\alpha\cdot y_t+(1-\alpha)\cdot S_t \longrightarrow S_t=\alpha\cdot y_{t-1}+(1-\alpha)\cdot S_{t-1}$$

$$S_{t+1}=\alpha\cdot y_t+\alpha\cdot(1-\alpha)\cdot y_{t-1}+(1-\alpha)^2\cdot S_{t-1}$$

$$S_{t+1}=\alpha\cdot y_t+\alpha\cdot(1-\alpha)\cdot y_{t-1}+\alpha\cdot(1-\alpha)^2\cdot y_{t-2}+\cdots\cdots+\alpha\cdot(1-\alpha)^n\cdot y_{t-n}+\cdots$$

$$\alpha\cdot\left\{1+(1-\alpha)+(1-\alpha)^2+\cdots\cdots+(1-\alpha)^n+\cdots\right\}=\alpha\cdot\frac{1}{1-(1-\alpha)}=1$$



テイラー展開

$$\frac{1}{1-x}=1+x+x^2+x^3+\cdots\cdots+x^n+\cdots,\qquad |x|<1$$

可変応答平滑法のモデル式

$$S_{t+1} = \gamma \cdot y_t + (1-\gamma) \cdot S_t$$

$t \geq 1$

$$\gamma = \left| \frac{\delta}{\Delta} \right|$$

γ 平滑化変数

$$\delta = \frac{\sum_{\tau=0}^{n-1} \left(y_{t-\tau} - S_{t-\tau} \right)}{n}$$

$$\Delta = \frac{\sum_{\tau=0}^{n-1} \left| y_{t-\tau} - S_{t-\tau} \right|}{n}$$

初期値 $S_1 = y_1$

γ を求めるためのn期分のデータ

重回帰分析のモデル式

$$y = \sum_{i=1}^{n} a_i \cdot x_i + a_0$$

予測値
（目的変数）

要因
（説明変数）

定数項

重み
（偏回帰係数）

重回帰分析の特徴

$$y = 0.863 \cdot x_1 + 0.461 \cdot x_2 + 1.102$$

売上額（千万円）　広告費（百万円）　セールスマン（人）

①説明変数の目的変数に対する影響力が分かる！

（例）セールスマンを1人、増やすと、461万円売上が増加する。

②説明変数の大事さランキングを調べることができる！

係数の大きさにより、目的変数を求める際の各説明変数の大事さの程度が分かる。
ただし、標準偏回帰係数を求める必要がある。

説明変数の選択

①目的変数と相関の高い説明変数を選択する。
②説明変数相互で高い相関がある時は、一つの変数のみ使用する。
　多重共線性
③将来設定できない説明変数は、使用しない。
④データの値が全て同じ説明変数は、使用できない。

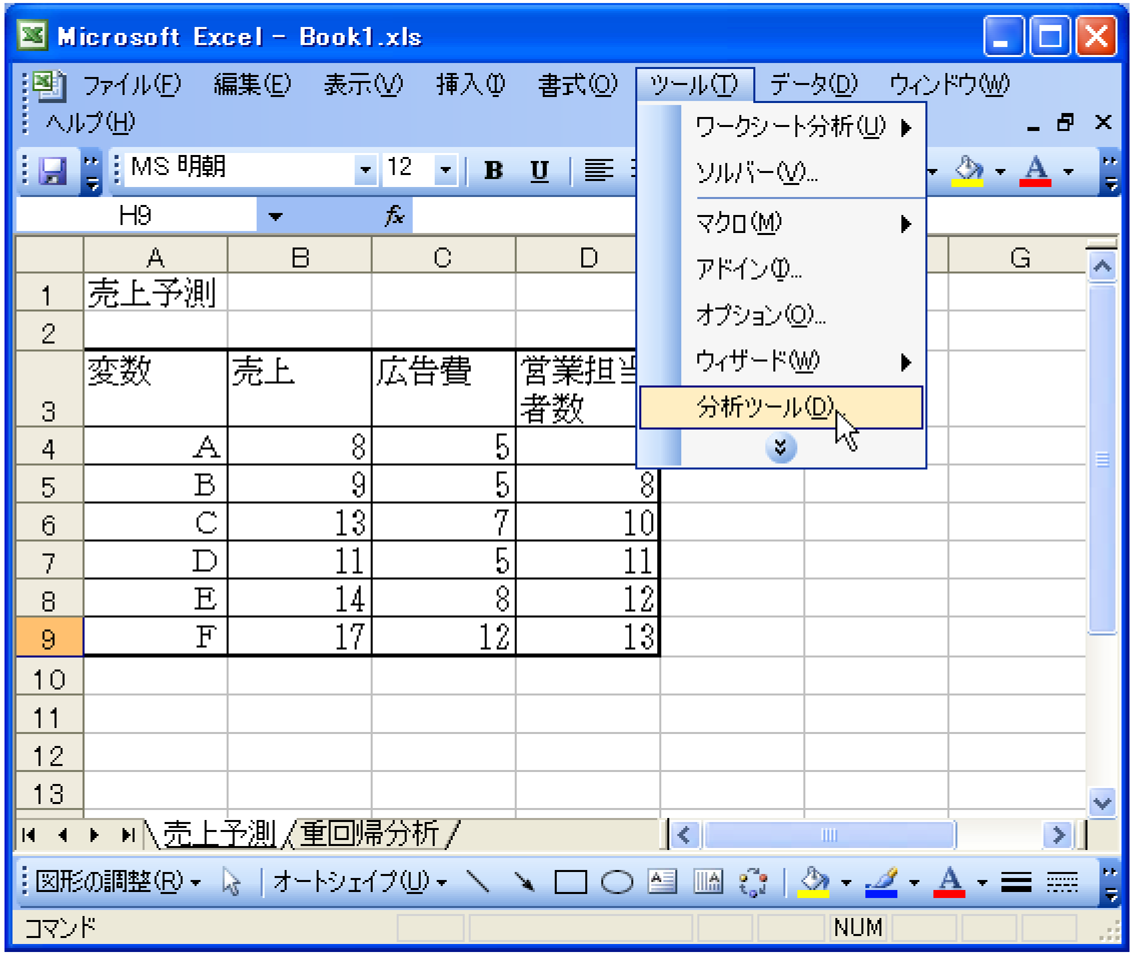
$$y = -0.8 \cdot x_1 + 2.9 \cdot x_2 + 100$$

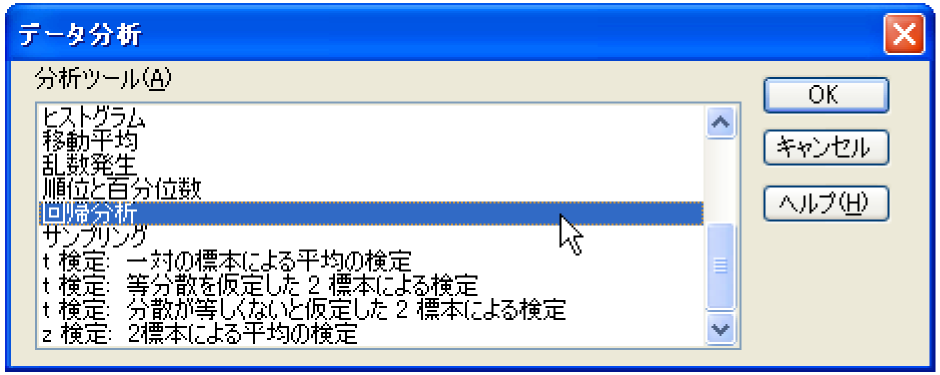
乗用車の保有台数　　人口　　世帯数

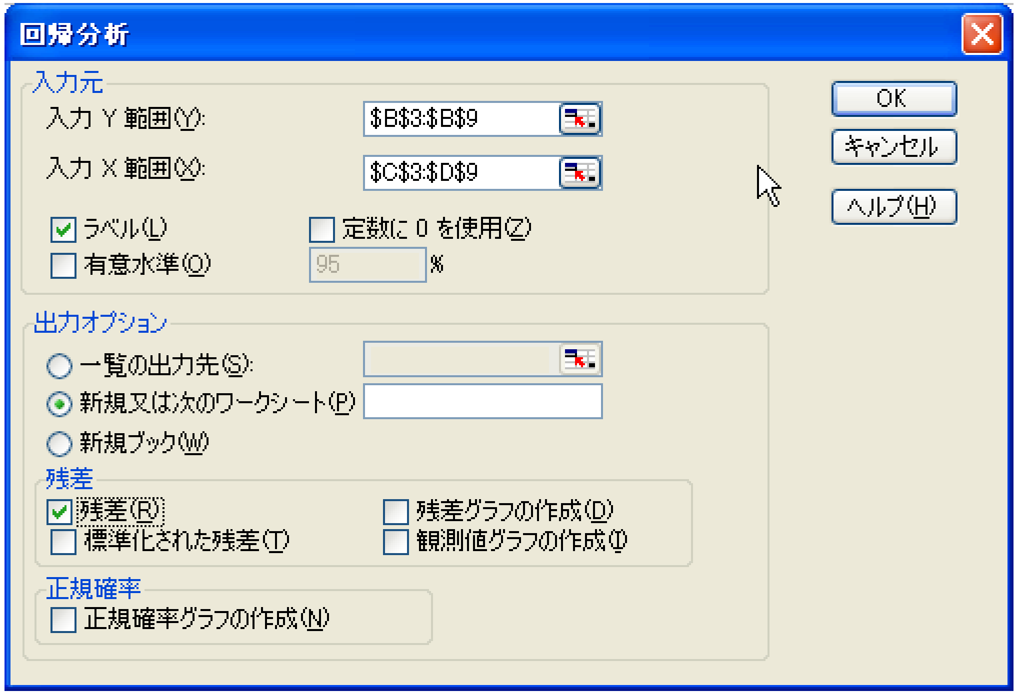
Excelを用いた重回帰分析

$$y = a_0 + a_1 \times x_1 + a_2 \times x_2$$

y 売上	x_1 広告費	x_2 営業担当者数
8	5	6
9	5	8
13	7	10
11	5	11
14	8	12
17	12	13







「ツール」から「分析ツール」を選択する。
回帰分析を選択する。
なお、「分析ツール」が項目にない場合は、「アドイン」でチェックして機能をインストールする。

回帰統計	
重相関 R	0.988
重決定 R2	0.976
補正 R2	0.961
標準誤差	0.663
観測数	6

分散分析表

	自由度	変動	分散	則された分散	有意 F
回帰	2	54.682	27.341	62.236	0.004
残差	3	1.318	0.439		
合計	5	56			

	係数	標準誤差	t	P-値
切片	0.874	1.178	0.742	0.512
広告費	0.679	0.163	4.166	0.025
営業担当者	0.638	0.172	3.703	0.034

$$y = a_0 + a_1 \times x_1 + a_2 \times x_2$$

残差出力

観測値	予測値：売上	残差
1	8.092	-0.092
2	9.368	-0.368
3	12.000	1.000
4	11.281	-0.281
5	13.954	0.046
6	17.306	-0.306

重回帰分析の応用

アルバイト先の売上データ

某居酒屋における○○○○年3月の売上

日	売上	来客数	曜日	天気	予約数
1	579166	168	月	曇り	21-40
2	264879	91	火	曇り	0-20
3	687583	204	水	曇り	21-40
4	731094	242	木	晴	21-40
5	987731	275	金	晴	81-100
6	1041686	293	土	雨	81-100
7	1173588	345	日	晴	101-120
8	399229	142	月	晴	0-20
9	301613	110	火	晴	0-20
10	765529	229	水	晴	21-40
11	922090	248	木	晴	61-80
12	837385	244	金	晴	61-80
13	943239	259	土	晴	101-120
14	1236960	351	日	晴	101-120
15	495375	182	月	雨	0-20

3月の売上
総売上：24,834,926(円)
総来客数：7,417(人)
1人あたり単価：3,348(円/人)
1日あたり売上：801,127(円/日)

重回帰分析を用いる場合のデータの作成例

日	売上	月	火	水	木	金	土	日	晴	曇り	雨
1	579,166	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2	264,879	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
3	687,583	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
4	731,094	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
5	987,731	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
6	1,041,686	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
7	1,173,588	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
8	399,229	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9	301,613	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
10	765,529	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
11	922,090	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
12	837,385	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
13	943,239	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
14	1,236,960	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
15	495,375	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

注意：日曜日は、他の曜日が、0の場合に相当するので、分析データから除く。同様に、天気の雨も除く。

ARモデル（autoregressive model）

t期の予測値　　　　過去の実績値

$$S_t = \sum_{i=1}^{m} w_i \cdot y_{t-i}$$

m：次数
w：回帰係数

定数項を0とした回帰モデル

日付	曜日	経過日	個数	t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8	t-9	t-10	t-11	t-12	t-13	t-14
20071001	月	1	51														
20071002	火	2	77	51													
20071003	水	3	67	77	51												
20071004	木	4	86	67	77	51											
20071005	金	5	92	86	67	77	51										
20071006	土	6	101	92	86	67	77	51									
20071007	日	7	117	101	92	86	67	77	51								
20071008	月	8	91	117	101	92	86	67	77	51							
20071009	火	9	72	91	117	101	92	86	67	77	51						
20071010	水	10	76	72	91	117	101	92	86	67	77	51					
20071011	木	11	84	76	72	91	117	101	92	86	67	77	51				
20071012	金	12	83	84	76	72	91	117	101	92	86	67	77	51			
20071013	土	13	90	83	84	76	72	91	117	101	92	86	67	77	51		
20071014	日	14	122	90	83	84	76	72	91	117	101	92	86	67	77	51	
20071015	月	15	64	122	90	83	84	76	72	91	117	101	92	86	67	77	51

AICによる次数選択

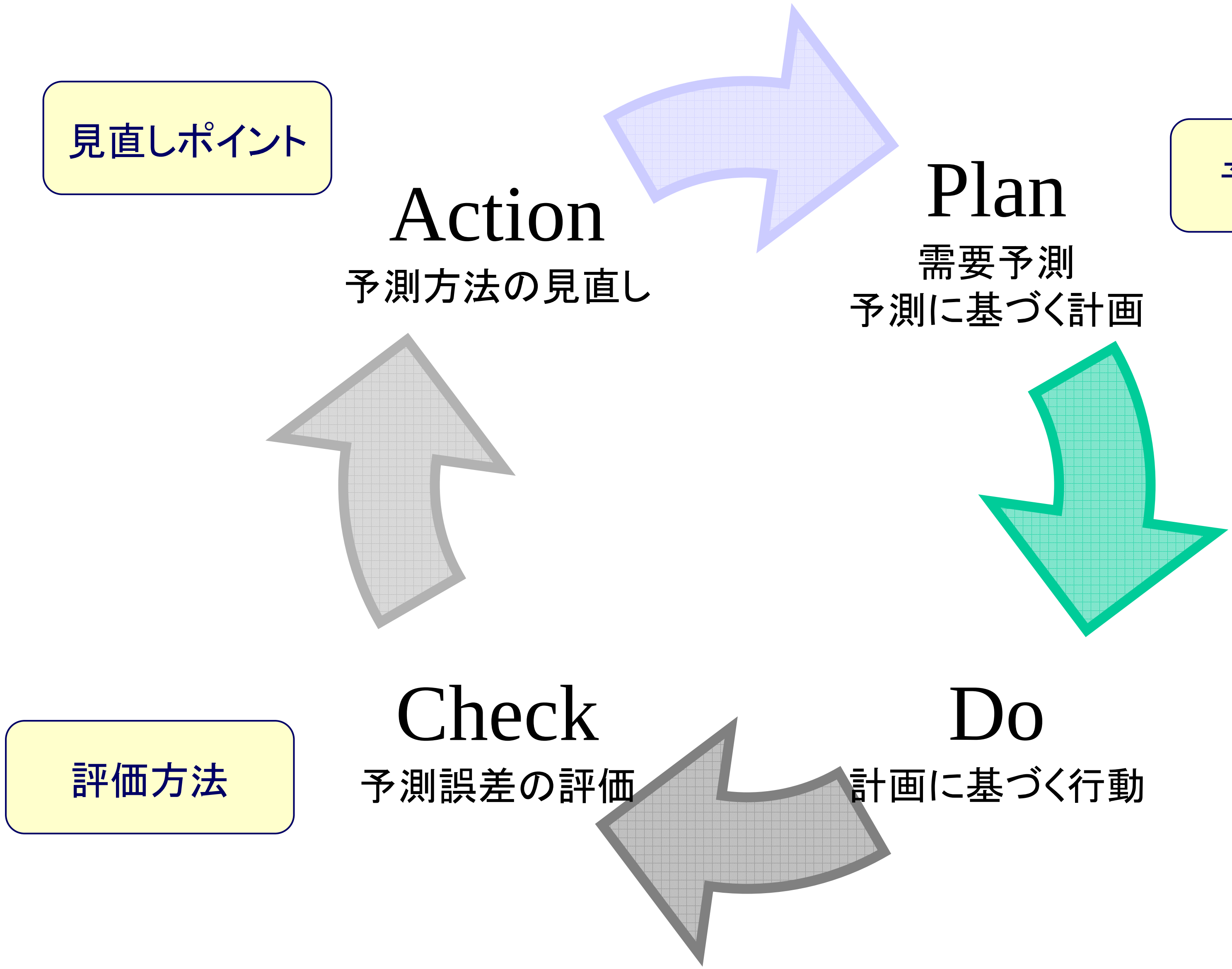
赤池情報量基準（AIC：Akaike Information Criterion）

$$AIC = n \cdot \left(\log\left(2\pi \frac{S_e}{n} \right) + 1 \right) + 2 \cdot (m+1)$$

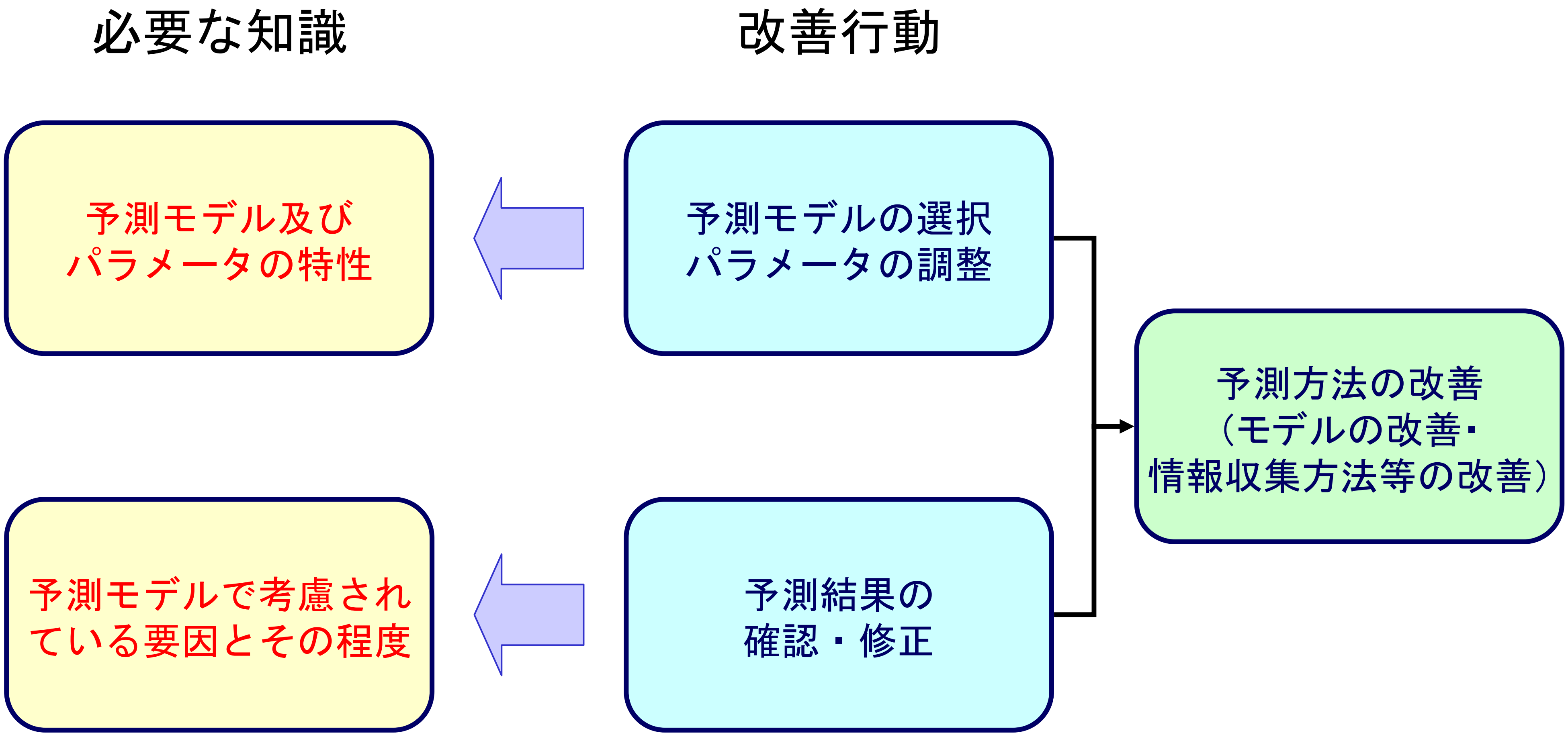
n：データ数
Se：残差平方和
m：次数（説明変数の数）

AICの値が最小の次数を選択する。

需要予測におけるPDCAサイクル



見直しポイント



必要な知識
改善行動
予測モデル及び
パラメータの特性
予測モデルの選択
パラメータの調整
予測方法の改善
（モデルの改善・
情報収集方法等の改善）
予測モデルで考慮されている要因とその程度
予測結果の
確認・修正