

# 調達価格と仕様の 統計的分析による価格関数

関西購買NW会  
Student 2017.09.02

## **本紙で取り扱う問題認識：**

適正な調達価格の検討や、サプライヤと協働するコストダウン活動には、コスト構造(材料費、加工費、管理費、償却費、物流費等)の把握や仕様による価格査定力が求められる

また自社が商談活動中の案件で、見積検討にあたりサプライヤーの見積もりもない状況で資材部に仕様から見込み価格の回答を求められる場合もある

しかし現実にはコスト構造やコストテーブルの把握は困難な部材も多い、開示されない情報も多く、利益の設定はサプライヤの営業戦略により決定されるため

## **本紙の目的：**

このような状況の問題解決の手段として統計的分析を紹介すること

具体的には部材仕様、原材料価格、調達量など、入手可能なデータと過去の調達価格から価格関数を構築し、その関数を用いて価格推定をする方法

# 説明の流れ(目次)

1. 必要なデータ
2. 方法
3. 信憑性の判断基準
4. 活用(含意)
5. 反論の取扱い
6. サマリー

1.必要なデータは調達価格と価格に関係がありそうな要素  
データ集めのガイドラインは後述

(下記は参考で結果を価格との相関を保証するものではありません)

ベアリング	□種類、型番による系列分類(例231XX, 240XX)、重量、軸受鋼市況
モーター	□出力、ポール数、起動電流、起動トルク、防爆仕様、銅市況
油冷却器	□シェル材質、シェル重量、チューブ材質、チューブ重量、伝熱面積
電線	□銅コスト、外形寸法(or 重量)
コネクタ	□ピン数、サイズ

データの整理としてはエクセルを用いて以下のように調達価格と仕様のテーブルを作成する、数量で示せない仕様の場合、該当の場合1、非該当の場合0を用いる(ダミー変数)

調達価格	仕様1	仕様2	仕様3	仕様4	材料市況1
\$240,000	710	6,400	0	1	60
\$205,000	630	3,600	0	0	61
\$130,000	500	1,300	0	1	50
\$440,000	900	10,000	1	0	70
\$350,000	900	8,400	0	0	80
\$480,000	900	13,000	1	1	60

## 2.方法は『重回帰分析』

重回帰分析とは『原因』と『結果』を結びつける統計処理  
エクセルや統計解析ソフトウェアRで実行する

1. 価格に影響を与える仕様(変数)の仮説を立てる

$$\text{価格} = a + \beta * KW + \gamma * Voltage + \delta * E1 + \dots$$

$KW, V,oltage, E1$  : 仕様データ(既知)

2. 回帰分析により  $a, \beta, \gamma, \delta \dots$  を求める

3. 妥当性の検討(妥当でない場合、変数を見直したりグループに分類する)



## ご参考：

重回帰分析とは例えば、

1. **調達価格** =  $a + b * \text{仕様1} + c * \text{仕様2}$ と置いた場合に  
サンプルデータの仕様1, 仕様2の数値を代入し

$$40 = a + 17b + 30c$$

$$38 = a + 16b + 25c$$

•

•

•

$$52 = a + 19b + 40c$$

2.その残差を二乗した合計をa、b、cで偏微分し=0とおいた式の連立方程式を解き、各係数を求める(最小二乗法)

$$Q = \{40 - (a + 17b + 30c)\}^2 + \{38 - (a + 16b + 25c)\}^2 + \dots + \{52 - (a + 19b + 40c)\}^2$$

$$\frac{\partial Q}{\partial a} = 2(300a + 500b + 10c - 900) = 0 \quad (A)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial b} = 2(100b + 500a + 30c - 1400) = 0 \quad (B)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial c} = 2(10c + 20a + 30b - 40) = 0 \quad (C)$$

(C)から $c = -2a - 3b + 4$ , (A), (B)へ代入して  
 $a = 2.72, b = 24.5, c = -43$

# Excelで重回帰分析を行うにはアドインを有効にする

## □ [ファイル] タブをクリック、[オプション] をクリック



The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The ribbon is set to the 'File' tab. The 'Options' button in the left-hand menu is highlighted with a red rectangle. The main area displays the 'Book2 の情報' (Book2 Information) section, which includes three categories: 'アクセス許可' (Access Permissions), '共有準備' (Share Ready), and 'バージョン' (Versions). Each category has an icon and a brief description.

Book2 - Microsoft Excel

ファイル ホーム 挿入 ページレイアウト 数式 データ 校閲 表示 開発 アドイン Acrobat

上書き保存  
名前を付けて保存  
Adobe PDF として保存  
開く  
閉じる

情報

最近使用したファイル  
新規作成  
印刷  
保存と送信  
ヘルプ  
オプション  
終了

### Book2 の情報

**アクセス許可**  
すべてのユーザーがこのブックを開いてコピーや変更を行うことができます。

ブックの保護

**共有準備**  
このファイルには次の項目が含まれています。ファイルの共有時には注意してください。

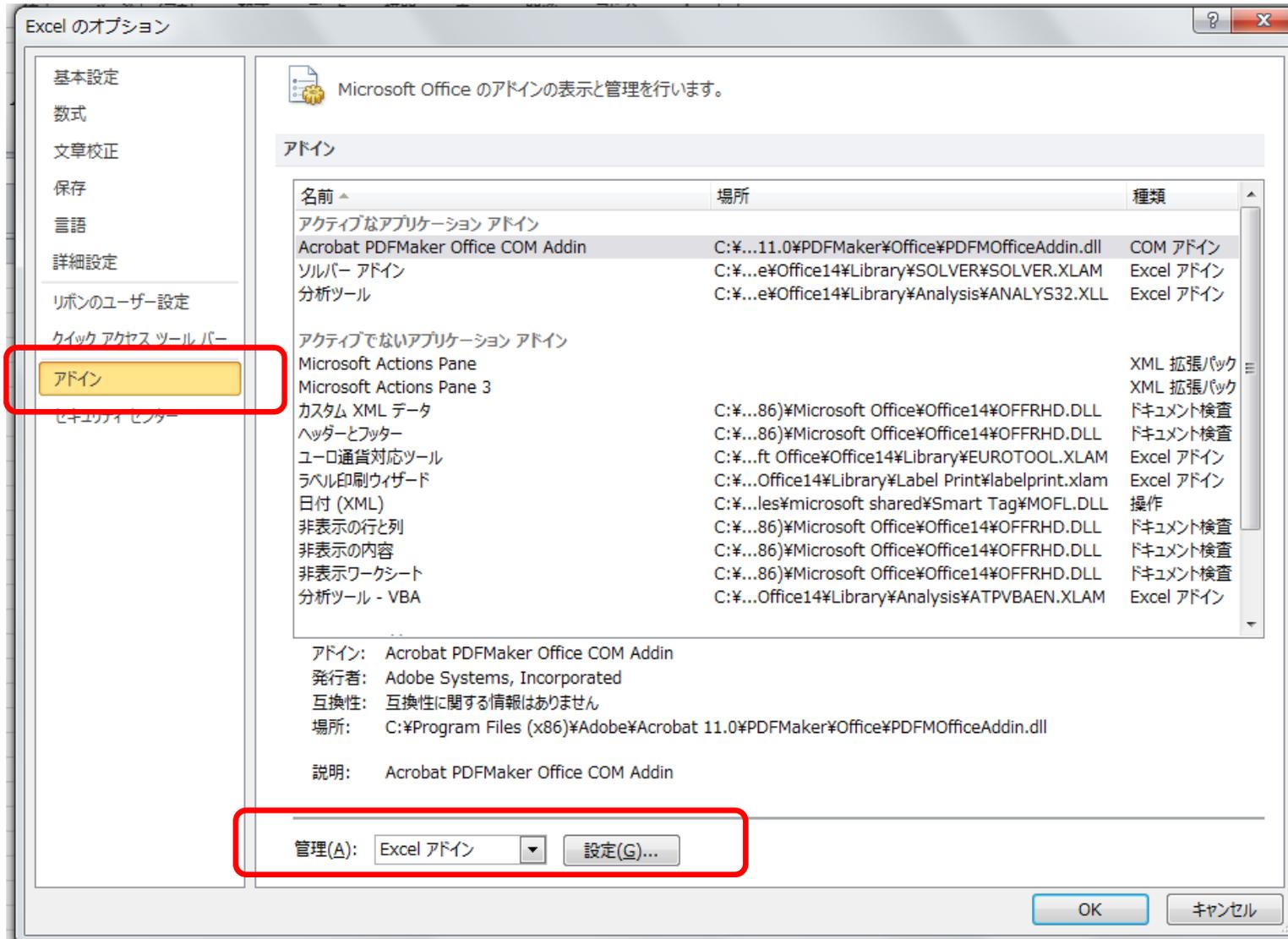
- ドキュメントのプロパティ、作成者の名前

問題のチェック

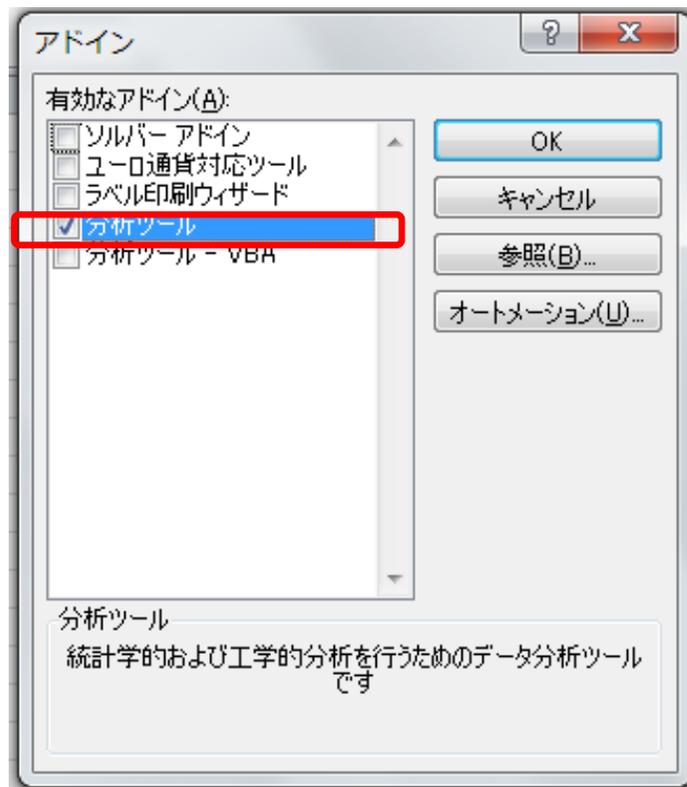
**バージョン**  
このファイルには、前のバージョンはありません。

バージョンの管理

- アドイン] カテゴリをクリック
- [管理] ボックスの一覧の [Excel アドイン] をクリックし、[設定] をクリック



- [アドイン] ダイアログ ボックスが表示されるので [有効なアドイン] ボックスで、[分析ツール] の横のチェック ボックスをオンにして、[OK] をクリック



## データ集めのガイドライン

- 変数は10以下、データサイズは30以上を目標に
- 価格に影響が強いと考えられる仕様、材料市況や為替など外部情報も参考に、数値で示せない変数はダミー変数(該当する場合 1、該当しない場合0とする)として処理する

データ No.	ASME U stamp	補足
1	1	ASME U stamp必要
2	0	ASME U stamp不要
3	1	ASME U stamp必要

- **変数間の相関**の低いもの  
(例えばサイズと重量は相関が高い)

# 変数間の相関のチェックについて、 相関係数 $(-1 \leq r \leq 1)$ を求める2つの方法

- 1組のデータセットの場合、CORREL関数が便利

	A	B	C	D	E	F	G
1		=correl(A3:A70,B3:B70)					
2	KW	Vol	Fr	RAW			
3	1000	6000	560	2863			
4	1200	6600	560	7132			
5	1380	10000	630	8823			
6	1500	10000	710	7959			
7	1550	6000	630	7538			
8	1600	11000	500	3677			
9	1670	6000	630	7132			
10	2100	6600	560	3677			
11	2100	6600	560	6731			
12	2450	10000	560	7959			
13	2450	10000	560	7331			

# 変数間の相関のチェックについて、 相関係数 $(-1 \leq r \leq 1)$ を求める2つの方法

- 複数のデータセットでどの変数間の相関を一度に計算したい場合、データ分析を用いる

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the 'データ' (Data) ribbon selected. The 'データ分析' (Data Analysis) button is highlighted with a red box. Below the ribbon, a data table is visible, with the first five columns (A, B, C, D) and rows 2 through 13 circled in red. The table contains the following data:

	A	B	C	D
2	KW	Vol	Fr	RAW
3	1000	6000	560	2863
4	1200	6600	560	7132
5	1380	10000	630	8823
6	1500	10000	710	7959
7	1550	6000	630	7538
8	1600	11000	500	3677
9	1670	6000	630	7132
10	2100	6600	560	3677
11	2100	6600	560	6731
12	2450	10000	560	7959
13	2450	10000	560	7331

## □ データ→データ分析→相関

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2	KW	Vol	Fr	RAW							
3	1000	6000	560	2863							
4	1200	6600	560	7132							
5	1380	10000	630	8823							
6	1500	10000	710	7959							
7	1550	6000	630	7538							
8	1600	11000	500	3677							
9	1670	6000	630	7132							
10	2100	6600	560	3677							
11	2100	6600	560	6731							
12	2450	10000	560	7959							
13	2450	10000	560	7331							

データ分析

分析ツール(A)

- 分散分析: 一元配置
- 分散分析: 繰り返しのある二元配置
- 分散分析: 繰り返しのない二元配置
- 相関**
- 共分散
- 基本統計量
- 指数平滑
- F 検定: 2 標本を使った分散の検定
- フーリエ解析
- ヒストグラム

OK  
キャンセル  
ヘルプ(H)

## □ 入力範囲に相関を求めたいデータを選択

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2	KW	Vol	Fr	RAW						
3	1000	6000	560	2863						
4	1200	6600	560	7132						
5	1380	10000	630	8823						
6	1500	10000	710	7959						
7	1550	6000	630	7538						
8	1600	11000	500	3677						
9	1670	6000	630	7132						
10	2100	6600	560	3677						
11	2100	6600	560	6731						
12	2450	10000	560	7959						
13	2450	10000	560	7331						
14	2450	10000	560	8061						
15	2600	6600	560	8823						

相関

入力元

入力範囲(I): **\$A\$2:\$D\$70**

データ方向:

- 列(C)
- 行(R)

先頭行をラベルとして使用(L)

出力オプション

- 出力先(O):
- 新規ワークシート(P):
- 新規ブック(W)

OK  
キャンセル  
ヘルプ(H)

□ 変数間の相関係数が一度に計算した結果が表示される

	A	B	C	D	E	F
1		KW	Vol	Fr	RAW	
2	KW	1.00				
3	Vol	0.44	1.00			
4	Fr	0.81	0.47	1.00		
5	RAW	0.15	0.05	0.22	1.00	
6						
7						
8						
9						

KWとFrの相関が高いことがわかる  
(KWが大きくなると、Frも大きくなる)

このような場合、どちらか1つの変数を選択する  
厳密にはn数により相関係数の解釈は異なるが、  
強いて言えば±0.5を目安に

回帰分析の前にデータの概要(最小値、平均、最大値等)をヒストグラムなどで確認しておく(適用範囲やグループ別けの参考になる)

資料室用では省略

## □ データ→データ分析→回帰分析

資料室用では省略

- 入力Y範囲→調達価格を選択
- 入力X範囲→分析に用いる仕様データを選択
- ラベル、有意水準、残差、残差グラフの作成にチェック

資料室用では省略

### 3. 信憑性の判断基準

#### ① R<sup>2</sup>、② F、③ 係数とP-値から判断する

	A	B	C	D	E	F
概要						
回帰統計						
重相関 R		0.91				
重決定 R <sup>2</sup>		0.83				
補正 R <sup>2</sup>		0.80				
標準誤差		38396.9925				
観測数		68				
分散分析表						
	自由度	変動	分散	観測された分散	有意 F	
回帰	8	4.19434E+11	52429256389	35.561435	0.00	
残差	59	86985413042	1474329035			
合計	67	5.06419E+11				
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	
切片	-105701.8	52723.9	-2.00	0.05	-211202.1	
KW	14.7	5.1	2.88	0.01	4.5	
Vol	1.9	2.2	0.88	0.38	-2.4	
E1	46607.2	31080.8	1.50	0.14	-15585.4	
E3	-20144.0	48820.3	-0.41	0.68	-117833.2	
E4	30234.2	31501.1	0.96	0.34	-32799.2	
E5	91096.4	30012.1	3.04	0.00	31042.3	
Fr	315.4	93.0	3.39	0.00	129.3	
RAW	2.5	4.6	0.55	0.59	-6.7	

R<sup>2</sup> : 選んだ変数によるモデルは調達価格の変動の何%を説明しているか

有意F : モデルは予測に役に立たない、つまり全ての係数=0 という仮説の確率

□ 左記では1%以下といえる、従ってモデルは予測に役立つと考えられる

係数、p値を調達担当者がもつコストについての知見も踏まえて解釈する(次ページ)

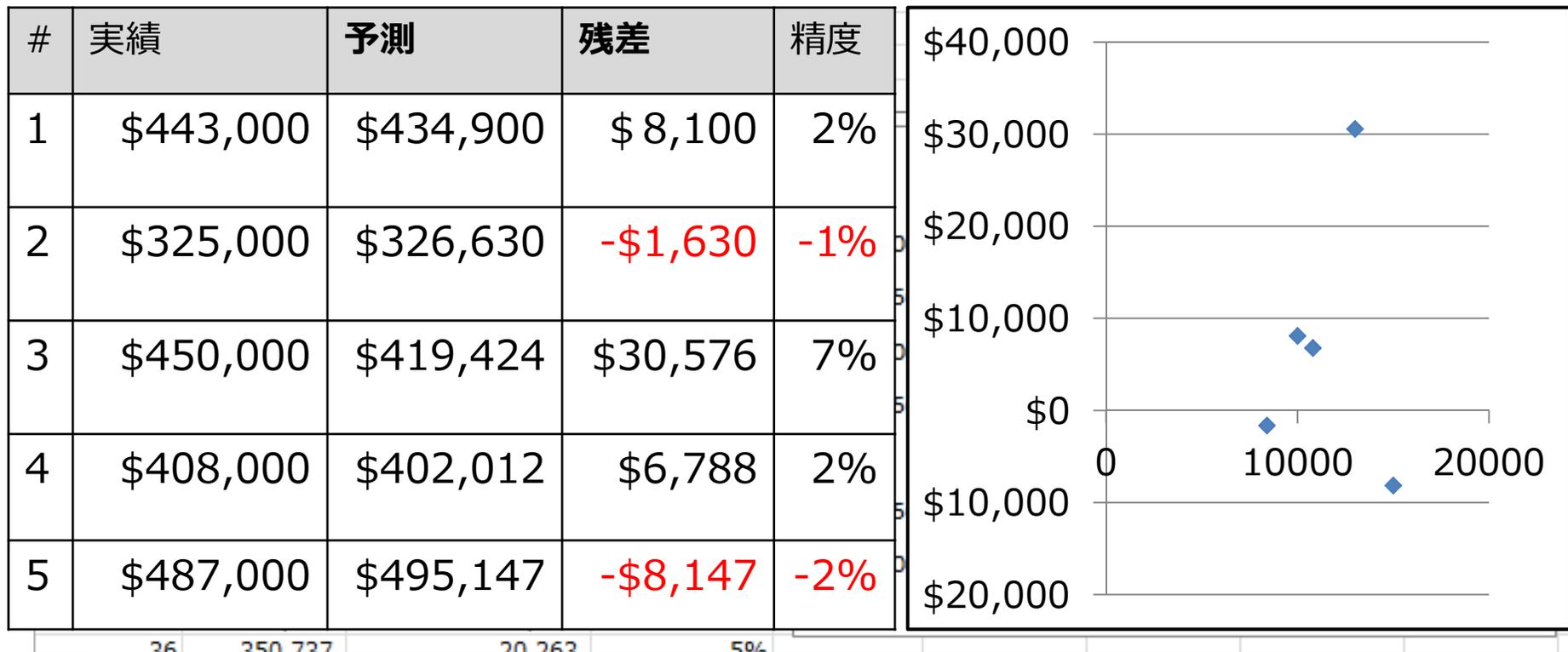
- 各係数の値は説明変数が1単位増加したときの価格の増減
- p値はその変数は本当は価格に影響がない可能性、つまり真の係数はゼロの可能性と解釈できる、一般的にはp値が0.05以下であるかどうかをチェックする
- 統計的な解釈だけでなく、コストのふるまいの知見ともチェックする

説明変数	係数	p値	解釈やコストに関する知見とのチェック
KW(出力)	14.7	0.009	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 1KW出力が上がると価格は€14.7増加する</li> <li>□ p値は十分小さい</li> <li>□ 出力が増加するとモーターのサイズも増加しコストアップするという知見とも一致する、係数として適切</li> </ul>
Voltage (電圧)	1.9	0.383	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 1V電圧が上がると価格は€1.9増加する</li> <li>□ コストのふるまいの知見と一致する</li> <li>□ p値は大きい(KWとの相関を確認し、変数から外すことを検討する)</li> </ul>
E4 (例えばExpという防爆仕様)	30,000	0.002	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Expの仕様の場合、価格は€30,000増加する</li> <li>□ p値は十分小さく、係数として適切</li> <li>□ 知見を有するコストインパクトとも一致する</li> </ul>

### 3. 信憑性の判断基準

#### 残差グラフや精度から判断する

- (残差) = (実績) - (予測) がグラフと共に出力されているので、実績価格で割り算し、精度と定義する
- 残差グラフと呼ばれる、横軸に用いた変数、縦軸に残差を示した散布図がそれぞれ出力されているので確認する
- 特定の仕様の範囲で残差が大きい(精度が悪い)ものがないか眺める



### 3. 信憑性の判断基準

ご参考：調達価格と、予測価格を図示してあてはまりの良さを視覚的に確認する

調達価格

予測価格

資料室用では省略

## 4.活用(含意)

価格関数による予測価格と実績価格や見積価格を比較し、割高部品のコスト交渉を行う、価格関数による予測を1つの目安に

#### 4.活用(含意)

予測ツールを用いて、妥当と考える価格レベルの目線合わせを行う(属人化を避ける)

SUMPRODUCT関数が便利

=切片F4~~+~~+SUMPRODUCT(範囲1F4~~+~~,範囲2)

資料室用では省略

## 4.活用(含意)

部品の仕様緩和、変更でどの程度のコストダウンが可能か  
数値評価の参考となる

## 5.反論の取扱

価格関数による予測ができて、サプライヤー優位であれば価格交渉には役に立たないのでは？

回答)[調達側の交渉力]>[サプライヤの交渉力]の方が実際、有用と思われる、一方で少なくとも多数の類似実績から妥当なターゲット価格を効率的に確認できる点で有用と考える、相見積のない状況でも目安になる

実績データは多数あるが、都度の査定やターゲットの価格の検討は手間、価格は交渉して決めている、といった調達品目では比較的容易に活用できる

## 5.反論の取扱

精度高い価格関数は必ずしも得られないのでは？

価格に影響する考える変数を組替え、また分析にかけるデータセットのグループ別けなどをして、高い精度にならない場合は実績の調達価格自体に基準がなく、ブレている可能性がある

例えば、案件毎の競争環境、サプライヤの負荷状況、自社の製品の市場動向などを考慮したサプライヤの営業戦略からくる意思が価格に強く反映されている

→関数の活用には回帰分析で得られる計算式の限界(精度の良い範囲、悪い範囲、幅)を把握しておくことが重要

## 6.まとめ

- コスト構造の不明な調達品目の価格推定には仕様と実績価格の統計的分析が有効という立場から、重回帰分析の手法について解説
- 方法、要領を駆使すればコスト構造が不明、相見積や類似実績もない状況で価格査定をしなければいけない、といった問題にも応用できる
- 本紙は方法論を述べたもので、多数の調達品目で実証した結果を紹介しているものではありません

参考 統計解析ソフト Rでは10行程度のコードで重回帰分析や  
散布図の作成まで簡単に実行でき、使い回しも容易

```
MXM=read.csv("MXM.csv") #データの読み込み

View(MXM) #読み込んだデータの表示
str(MXM) #データの構造確認
MXM$Pole=factor(MXM$Pole)
str(MXM)#データの構造確認
cor(MXM[,c(5,8,9,11)]) #相関係数行列の確認
#重回帰分析の実行
price=lm(Price~EX+KW+SCL+P+STR+Type+Bearing+QTY+SSVF
D,data=MXM)
summary(price) #結果の表示
aic.price<-step(price)#AIC規準による段階的変数選択
summary(aic.price) #結果の表示
predict(aic.price) #価格関数を用いた予測の実行
cbind(MXM$Price,predict(aic.price)) #予測の読み込み
par(mfrow=c(1,2)) #1行2列表示
plot(MXM$KW,MXM$Price) #散布図の作成
plot(MXM$KW,predict(aic.price)) #散布図の作成
```

プロのバイヤーの皆様にとって  
本紙が僅かでもお役に立てば幸いです

ご清聴ありがとうございました