

## 線形回帰モデルを素材としたモデルづくり教育について —ORリテラシー教育の実践事例(第3報)—

01102345 近畿大学 権藤 元

### 1. はじめに

「ORのいのちはモデルづくり」といわれている<sup>[1]</sup>。そのモデルづくり教育にあたって教材のタイプとして、次の3つが考えられる。

タイプ1 1つのテーマに対して1つのモデルを示し、これを繰り返し示すタイプで1つのテーマに対して1つのモデルづくりを多種類示す。

タイプ2 1つのテーマに対して、まず1つのモデルを示し、ついでテーマを発展させてモデルも変えていくタイプで、モデルづくりの推移を示す。<sup>[2]</sup>

タイプ3 標準モデル・個別モデルの概念を導入し、テーマに対してまず直接標準モデルを適用したときを示し、ついで個別モデルづくりを示すタイプで、テーマに適したモデルづくりを示す。

なお、標準モデル・個別モデルとは次のとおりである。<sup>[3][4]</sup>

標準モデル：個別モデルづくりのガイドラインとなるべきもので現実の問題からその固有の内容を捨象して構造の部分のみを抽象化したもの。

個別モデル：現実に解決すべき対象を表現したもので、固有の内容と構造から成り立ち、適合性が重要であり、内容と構造の両面に重点がおかれる。

今回は標準モデルとして線形回帰モデルを取り上げて、タイプ3のいくつかの例を用いたモデルづくりの教育事例を報告する。

### 2. 誘導効果を求めるテーマ

(1)テーマ：テキストの例題<sup>[5]</sup>を図表1に示す。

(2)標準モデルを直接使用：1989-1995年度の回帰直線の係数を算出し、それを使用して回帰モデルにより製品Aの販売個数の1996年度の推定値を算出して誘発された需要を求める。(図表2(1)参照)

(3)個別モデルを作成：誘導効果を織り込んで1996年度も含めて回帰モデルを作成すると誘導効果は直接求められる。(図表2(2)参照)

なお、この方式は予測値を直接求める回帰モデルを可能としており、例として1996,1997,1998年度を図表3に示す。

### 3. 層別要因を考慮したテーマ

(1)テーマ：素材重量より工数を推定する例題を図表4に示す。

(2)標準モデルを直接使用：目的変数を工数、説明変数は素材重量として、2つの機械を区別しないとき、機械Aのとき、機械Bのとき、の3ケースについて回

帰モデルを示し、その結果より機械別に工数を推定することとする。なお、機械が異なっても素材重量の係数は値が近いことに気づく。(図表省略)

(3)個別モデルを作成：2つの機械を層別要因とした回帰モデルを作成して検討する。素材重量にかかる回帰係数を機械毎に異なるとき、同じとき、の2ケースを試算する。その結果同じ回帰係数(2つの平行な直線)を採用することとなる。(図表5参照)

### 4. 要因効果を確認するテーマ

(1)テーマ：要因Aについては水準2は水準1よりプラス5、要因Bは水準2は水準1よりプラス10というデータの構造を予め示し、予期した結果を得るためにどうすべきかを検討する例題で図表6に示す。

(2)標準モデルを直接使用：単に2つの要因ごとに平均を求めることでは解決しない。

(3)個別モデルを作成：2つの要因を含めた回帰モデルを使用すると解決する。(図表7参照)

### 5. 教育効果

経営工学科3年のORの講義で試みたが、回帰分析への興味は予想以上に示したが、本来のモデルづくりの理解という当初のねらいを達成したかについては疑問が残る。

### 6. おわりに

スプレッドシートを使用することにより、このような教材は容易に作成できるので今後とも素材を充実させていきたい。このような作業は刀根会長の就任挨拶<sup>[6]</sup>で述べられている意図を窺らせるために必須と思われる。なお、Eメールによるご意見をお待ちしている。Eメール:GBF02774@niftyserve.or.jp

### 参考文献

- [1]森村,おはなしOR、日本規格協会、1980、P.25
- [2]権藤他、ORリテラシー拡充のために、オペレーションズ・リサーチ、VOL38、NO.12、1993、P.640
- [3]モデルの適合性と最適化(2)、昭和51年度総合研究(A)報告(代表鈴木義一郎)、P.46
- [4]権藤、ORを学ぶ人へ、オペレーションズ・リサーチ、VOL36、NO.7、1991、P.39
- [5]牧野他、オペレーションズ・リサーチ、日本規格協会、1980、P.25
- [6]刀根、OR学会会長就任の挨拶、オペレーションズ・リサーチ、VOL41、NO.7、1996

例題 某社では従来、製品Aを製作、販売してきたが、1989年度から1995年度までの販売実績は表(省略、図表2参照)のようになっている。  
1996年度からは、類似の製品Bも販売したため、この1年間における販売実績はつぎのようになった。  
製品A: 14,500個、製品B: 10,700個  
製品Bの販売を開始したことによって、1996年度内に誘導されたとみられる需要はどのくらいか。回帰直線を用いてこのことを調べよ。

図表1 誘導効果を求める例題

例題 従来、製品毎に加工工数を測定していたが、素材重量から工数を推定できれば工数の測定の手間が省ける。検討せよ。

データ表

No.	Y	X	機械別	No.	Y	X	機械別
1	23	10	A	9	38	31	A
2	36	24	A	10	34	19	B
3	27	15	B	11	30	24	A
4	38	32	A	12	45	34	B
5	44	36	B	13	28	14	B
6	36	24	B	14	43	36	B
7	27	14	A	15	33	21	B
8	31	25	A				

図表4 工数を推定する例題

2元表

		B 1			B 2			平均	差 7.91
A 1		10	8	10	19	22	19	12.6	
		11	12	10					
		8	10						
A 2		16	15	14	24	26	23	20.5	
		15			26	26			
平均		11.5			23.1				
			差		11.5				

図表6 要因効果を確認する例題

No.	A	B	Y	A 2	B 2
1	1	1	10	0	0
2	1	1	8	0	0
3	1	1	10	0	0
4	1	1	11	0	0
5	1	1	12	0	0
6	1	1	10	0	0
7	1	1	8	0	0
8	1	1	10	0	0
9	1	2	19	0	1
10	1	2	22	0	1
11	1	2	19	0	1
12	2	1	16	1	0
13	2	1	15	1	0
14	2	1	16	1	0
15	2	1	15	1	0
16	2	2	24	1	1
17	2	2	26	1	1
18	2	2	23	1	1
19	2	2	26	1	1
20	2	2	26	1	1

  

	A 2	B 2
X 係数	5.367	9.810
X 係数の標準誤差	0.605	0.615
t 値	8.9	16.0

図表7 2要因回帰モデル

(1) 回帰分析のあとに誘導効果を算定

No.	年度	Y	X
1	1989	19.2	-3
2	1990	19.5	-2
3	1991	19.9	-1
4	1992	20.1	0
5	1993	20.5	1
6	1994	20.8	2
7	1995	21.1	3

  

	X
X 係数	0.318
X 係数の標準誤差	0.008
t 値	41.5

求めた回帰式  
 $Y = 20.157 + 0.318X$

これより1996 (X = 4) の値21.429を算出して誘導された需要は  
 $(14,500 + 10.7) - 21.429 = 3.771$ と求められる。

(2) 直接回帰分析により誘導効果を算定

No.	年度	Y	X	誘導効果
1	1989	19.2	-3	0
2	1990	19.5	-2	0
3	1991	19.9	-1	0
4	1992	20.1	0	0
5	1993	20.5	1	0
6	1994	20.8	2	0
7	1995	21.1	3	0
8	1996	25.2	4	1

  

	X	誘導効果
X 係数	0.318	3.771
X 係数の標準誤差	0.008	0.053
t 値	41.5	71.1

図表2 誘導効果

No.	年度	Y	X	1996	1997	1998
1	1989	19.2	-3	0	0	0
2	1990	19.5	-2	0	0	0
3	1991	19.9	-1	0	0	0
4	1992	20.1	0	0	0	0
5	1993	20.5	1	0	0	0
6	1994	20.8	2	0	0	0
7	1995	21.1	3	0	0	0
8	1996	0	4	-1	0	0
9	1997	0	5	0	-1	0
10	1998	0	6	0	0	-1

	X	1996	1997	1998
X 係数	0.318	21.429	21.746	22.064
X 係数の標準誤差	0.008	0.053	0.058	0.063
t 値	41.5	403.8	376.0	349.3

図表3 予測例

2つの直線モデル					平行な2直線モデル					
No.	Y	X 1	X 2	B	X	B				
1	23	10	0	0	10	0	(1) 1つの直線のとき			
2	36	24	0	0	24	0				
3	27	0	15	1	15	1	X 係数	0.74		
4	38	32	0	0	32	0	X 係数の標準誤差	0.08		
5	44	0	36	1	36	1	t 値	9.8		
6	36	0	24	1	24	1				
7	27	14	0	0	14	0	(2) 2つの直線のとき			
8	31	25	0	0	25	0				
9	38	31	0	0	31	0	X 係数	X 1	X 2	B
10	34	0	19	1	19	1	X 係数の標準誤差	0.66	0.75	0.76
11	30	24	0	0	24	0	t 値	0.10	0.08	3.08
12	45	0	34	1	34	1				
13	28	0	14	1	14	1				
14	43	0	36	1	36	1				
15	33	0	21	1	21	1				

図表5 2つの直線モデル