2016 年度前期講義　『不動産のための計量分析』レジュメ NO.6

クラス担当教員名※1	学部・学科名	学籍番号※2	氏　名※2	提出日

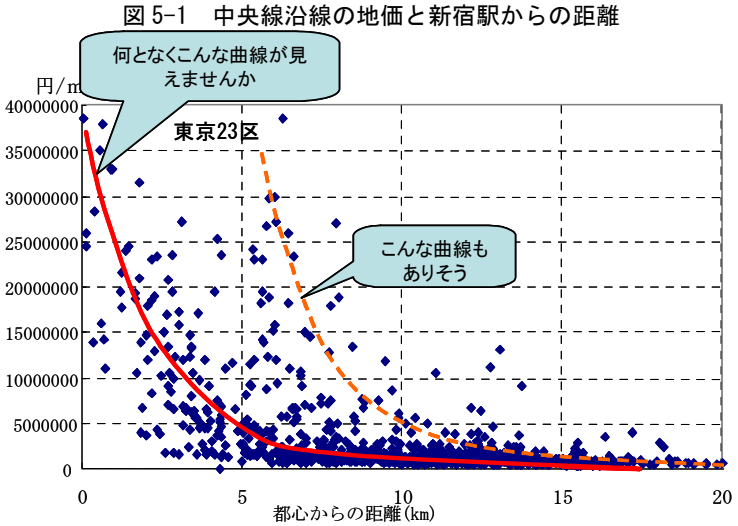
※1:履修登録したクラスの担当教員名を書く　※2:学籍番号及び氏名が未記入のもの，また授業終了後に提出されたものは採点しないので，注意すること.

５．重回帰分析の応用－地代関数を推定しよう

5.1　データ加工１－変数変換

これまでの講義では，回帰分析は**線形関係**(分布図を用いると直線に近い関係になっている）を想定していますが，実際には多種多様な**非線形関係**（直線ではない）があり，むしろ線形関係の方が少ないぐらいです．例えば，この講義で目的としている地価関数も線形関係ではないことが分かっています．**図 5-1** は東京 23 区の公示地価と都心からの距離をプロットしたものです．何となく関係がありそうですが，直線ではなさそうですね.

図 5-1　中央線沿線の地価と新宿駅からの距離



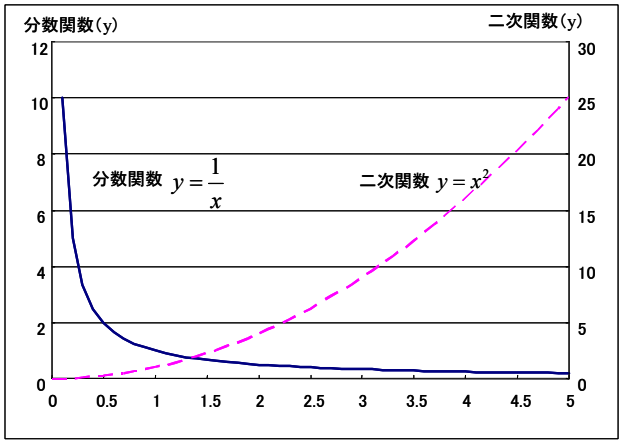
この図をよく見てみると，都心や副都心に近いところほど地価の減少が急激で，郊外に向かうほど緩やかになっています．この関係をもっと身近なところでは，マンションやアパート探しに見つけることができます．最寄り駅に近いところのアパートは家賃が高く，離れるにしたがって安い家賃になります．このときの最寄り駅からの距離と家賃の関係のことです．一人暮らしで部屋を探したことがある学生さんは，このような非線形っぽい関係に気づきませんでしたか？

このような**線形関係**ではない，**非線形関係**の変数を回帰分析する場合は，データを変換することによって，回帰式を線形関係で表現して回帰分析を行います.

(1) 主な変数変換

非線形式への変数変換の主なものをまとめたものが，**表 5-1** です．分数関数と二次関数はだいたいおわかりだと思いますが，**図 5-2** が分数関数 $y=1/x$ と二次関数 $y=x^2$ のグラフです．理論的にこのような関数になる場合や，プロットしてこのような図になっていれば，次のように変数変換を行って推定しましょう.

図 5-2　分数関数と二次関数



クラス担当教員名※1	学部・学科名	学籍番号※2	氏　名※2	提出日

※1:履修登録したクラスの担当教員名を書く　※2:学籍番号及び氏名が未記入のもの，また授業終了後に提出されたものは採点しないので，注意すること.

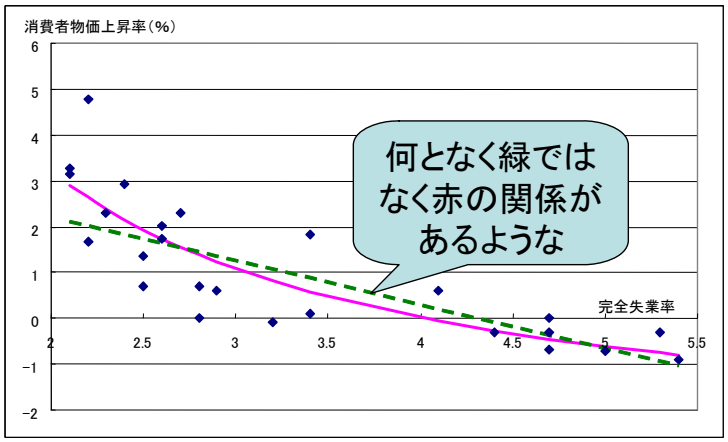
表 5-1　主な非線形式の変数変換

	非線形関数	線形化変換	線形式	制約条件
(a)	分数関数 $y=\alpha+\dfrac{\beta}{x}$	$X=\dfrac{1}{x}$	$y=\alpha+\beta X$	$(x\neq 0)$
(b)	二次関数 $y=\alpha+\beta_0 x+\beta_1 x^2$	$z=x^2$	$y=\alpha+\beta_0 x+\beta_1 z$	
(c)	対数関数 $y=\alpha x^{\beta}$	$Y=\log y, X=\log x$	$Y=\log\alpha+\beta X$	$(x>0, y>0, \alpha>0)$
(d)	半対数関数 $y=e^{\alpha+\beta x}$	$Y=\log y$	$Y=\alpha+\beta x$	$(y>0)$
(e)	ロジスティック関数 $y=\dfrac{e^{\alpha+\beta x}}{1+e^{\alpha+\beta x}}$	$Y=\log\left(\dfrac{y}{1-y}\right)$	$Y=\alpha+\beta x$	$(0<y<1)$

(2) 変数変換の方法

図 5-3 は日本の物価上昇率と完全失業率をプロットしたものです．何となく，赤線のような関係が見て取れます（直線の緑線よりは当てはまりが良さそうです）.

図 5-3　日本の物価上昇率と完全失業率



一般的には物価上昇率と完全失業率には下式(1)のような関係があるといわれています（フィリップス曲線と呼ばれている）.

$$P=\alpha+\beta\frac{1}{U}+\varepsilon \quad \text{（Pは物価上昇率，Uは完全失業率）} \tag{1}$$

この場合は，$X=1/U$となる変数Xを作ると，((1)式に$X=1/U$を代入してください)

$$P=\alpha+\beta X+\varepsilon$$

となり，これまで Excel で分析してきた線形式になることが分かります. これで，レジュメ NO5 で学んだ重回帰分析が可能となります. このように非線形の関係にあった変数（U）を，Excel で扱えるように変数変換（$1/U$）した変数 X を用いて，回帰分析を行います.

クラス担当教員名※1	学部・学科名	学籍番号※2	氏　名※2	提出日

※1:履修登録したクラスの担当教員名を書く　※2:学籍番号及び氏名が未記入のもの，また授業終了後に提出されたものは採点しないので，注意すること.

(3) 対数関数の意味

さて，**表 5-1** の中で最も使うのが対数関数です．これは，「不動産のための応用経済」で学んだ**弾力性**と関係があります．

例えば，**需要の価格弾力性**とは，**需要量の変化率**と**価格の変化率**の割合でした．式で表すと，

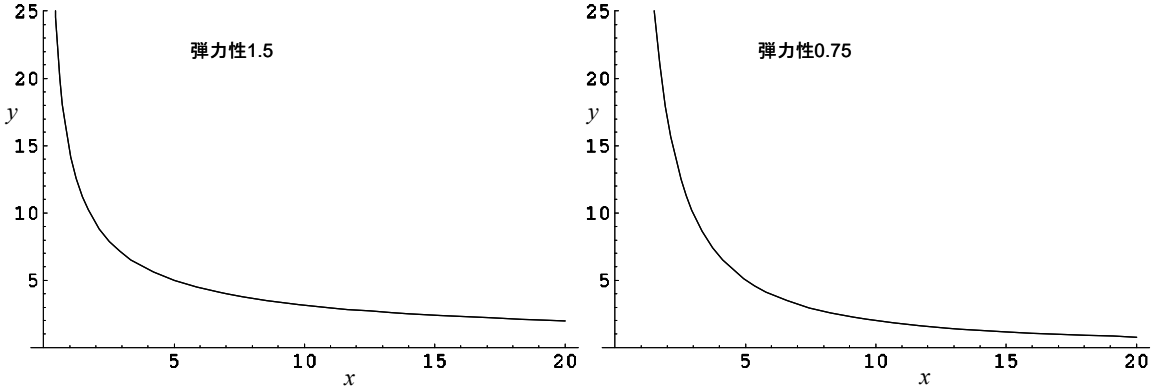
$$\text{需要の価格弾力性} = -\frac{\text{需要の変化率}}{\text{価格の変化率}} = -\frac{(\text{新しい需要量} - \text{元の需要量}) \ / \ (\text{元の需要量})}{(\text{新しい価格} - \text{元の価格}) \ / \ (\text{元の価格})}$$

となります．

ここで，計算式は省きますが（詳しく知りたい人は各担任か，基礎数学の先生に聞こう），説明変数 x, y（小文字）を対数変換（$Y = \log y$, $X = \log x$）した X,Y（大文字）を説明変数として用いて推定した，$Y = \log\alpha + \beta X$，の回帰係数 β は基のデータ x,y（大文字の X,Y ではないことに注意）の弾力性を示します．

ここでは，弾力性が β となりますので，弾力性一定を仮定していることになります．

図 5-4　弾力性一定の対数関数



では，対数変換は今後使う公示地価データを用いてやってみましょう．ecoome_land.xlsx のシート名“住宅地”は 1997～2010 年の公示地価の実際のデータです．公示地価データは　http://tochi.mlit.go.jp/　から DL することができます．今回は講義で使いやすいように中央線沿線だけをまとめています．

図 5-5　地価データファイル

no	都道府県名	区町村名	住居表示	価格	地積	形状	比率	利用の現況	構造	周辺の現況	道路の状況	整備の状況	最寄りの駅	最寄りから駅距離
1	東京都	中野区	新井2丁目40番9[新井2−18−6]	490000	82		1:1	住宅	W2	−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	西6m	区道	水道、ガス	中野 4 0.93
2	東京都	中野区	中野1丁目28番26[中野1−61−7]	501000	149		1:2	住宅	S2	−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	南4.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.7
3	東京都	中野区	中野3丁目2番1[中野3−23−46]	610000	304		1:2	共同住宅	SRC4F1B	中規模以上の住宅の多い閑静な高級住宅地域	北5.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.5
4	東京都	中野区	中野5丁目9番12[中野5−38−14]	533000	218		1:1	住宅	W2	中規模−般住宅に共同住宅も見られる住宅地域	北4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.5
5	東京都	中野区	中野2丁目9番18[中野2−14−6]	579000	230		1:2.1	住宅	RC3	中規模−般住宅が多い閑静な住宅地域	南5.	2m	区道	水道、ガス	中野 4 0.56
6	東京都	杉並区	高円寺南5丁目556番19[高円寺南5−15−8]	457000	300		1:1.5	住宅	W2	中規模−般住宅が多い住宅地域	南4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.95
7	東京都	中野区	新井2丁目40番9[新井2−18−6]	490000	82		1:1	住宅	W2	−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	西6m	区道	水道、ガス	中野 4 0.93
8	東京都	中野区	中野1丁目28番26[中野1−61−7]	501000	149		1:2	住宅	S2	−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	南4.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.7
9	東京都	中野区	中野3丁目2番1[中野3−23−46]	610000	304		1:2	共同住宅	SRC4F1B	中規模以上の住宅の多い閑静な高級住宅地域	北5.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.5
10	東京都	中野区	中野5丁目9番12[中野5−38−14]	535000	218		1:1	住宅	W2	中規模−般住宅のほか共同住宅も見られる地域	北4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.5
11	東京都	中野区	中野2丁目9番18[中野2−14−6]	581000	230		1:2.1	住宅	RC3	中規模−般住宅が多い閑静な住宅地域	南5.	2m	区道	水道、ガス	中野 4 0.56
12	東京都	杉並区	高円寺南5丁目556番19[高円寺南5−15−8]	458000	300		1:1.5	住宅	W2	中規模−般住宅が多い住宅地域	南4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.95
13	東京都	中野区	新井2丁目40番9[新井2−18−6]	490000	82		1:1	住宅	W2	−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	西6m	区道	水道、ガス	中野 4 0.93
14	東京都	中野区	中野1丁目28番26[中野1−61−7]	504000	149		1:2	住宅	S2	−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	南4.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.7
15	東京都	中野区	中野3丁目2番1[中野3−23−46]	616000	304		1:2	共同住宅	SRC4F1B	中規模以上の住宅の多い閑静な高級住宅地域	北5.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.5
16	東京都	中野区	中野5丁目9番12[中野5−38−14]	539000	218		1:1	住宅	W2	中規模−般住宅のほか共同住宅も見られる地域	北4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.5
17	東京都	中野区	中野2丁目9番18[中野2−14−6]	584000	230		1:2.1	住宅	RC3	中規模−般住宅が多い閑静な住宅地域	南5.	2m	区道	水道、ガス	中野 4 0.56
18	東京都	杉並区	高円寺南5丁目556番19[高円寺南5−15−8]	462000	300		1:1.5	住宅	W2	中規模−般住宅が多い住宅地域	南4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.95
19	東京都	中野区	新井2丁目40番9[新井2−18−6]	494000	82		1:1	住宅	W2	中規模−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	西6m	区道	水道、ガス	中野 4 0.93
20	東京都	中野区	中野1丁目28番10[中野1−61−7]	506000	172		1:2	住宅	S2	中規模−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	南4.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.71
21	東京都	中野区	中野3丁目2番1[中野3−23−46]	619000	304		1:2	共同住宅	SRC4F1B	中規模以上の住宅の多い閑静な高級住宅地域	北5.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.5
22	東京都	中野区	中野5丁目9番12[中野5−38−14]	544000	218		1:1	住宅	W2	中規模−般住宅のほか共同住宅も見られる地域	北4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.5
23	東京都	中野区	中野2丁目9番18[中野2−14−6]	596000	230		1:2.1	住宅	RC3	中規模−般住宅が多い閑静な住宅地域	南5.	2m	区道	水道、ガス	中野 4 0.56
24	東京都	杉並区	高円寺南5丁目556番19[高円寺南5−15−8]	466000	300		1:1.5	住宅	W2	中規模−般住宅が多い住宅地域	南4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.95
25	東京都	中野区	新井2丁目40番9[新井2−18−6]	497000	82		1:1	住宅	W2	中規模−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	西6m	区道	水道、ガス	中野 4 0.93
26	東京都	中野区	中野1丁目28番10[中野1−61−7]	508000	172		1:2	住宅	S2	中規模−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	南4.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.71
27	東京都	中野区	中野3丁目2番1[中野3−23−46]	630000	304		1:2	共同住宅	S4F1B	中規模以上の住宅の多い閑静な高級住宅地域	北5.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.5
28	東京都	中野区	中野5丁目9番12[中野5−38−14]	546000	218		1:1	住宅	W2	中規模−般住宅のほか共同住宅も見られる地域	北4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.5
29	東京都	中野区	中野2丁目9番18[中野2−14−6]	599000	230		1:2.1	住宅	RC3	中規模−般住宅が多い閑静な住宅地域	南5.	2m	区道	水道、ガス	中野 4 0.56
30	東京都	杉並区	高円寺南5丁目556番19[高円寺南5−15−8]	471000	300		1:1.5	住宅	W2	中規模−般住宅が多い住宅地域	南4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.95
31	東京都	中野区	新井2丁目40番9[新井2−18−6]	499000	82		1:1	住宅	W2	中規模−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	西6m	区道	水道、ガス	中野 4 0.93
32	東京都	中野区	中野1丁目28番10[中野1−61−7]	511000	172		1:2	住宅	W2	中規模−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	南4.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.71
33	東京都	中野区	中野3丁目2番1外[中野3−23−46]	634000	305		1:2	住宅	RC2F1B	中規模以上の住宅の多い閑静な高級住宅地域	北5.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.65
34	東京都	中野区	中野5丁目9番12[中野5−38−14]	550000	218		1:1	住宅	W2	中規模−般住宅のほか共同住宅も見られる地域	北4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.5
35	東京都	中野区	中野2丁目9番18[中野2−14−6]	603000	230		1:2.1	住宅	RC3	中規模−般住宅が多い閑静な住宅地域	南5.	2m	区道	水道、ガス	中野 4 0.56
36	東京都	杉並区	高円寺南5丁目556番19[高円寺南5−15−8]	473000	300		1:1.5	住宅	W2	中規模−般住宅が多い住宅地域	南4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.95
37	東京都	中野区	新井2丁目40番9[新井2−18−6]	514000	82		1:1	住宅	W2	中規模−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	西6m	区道	水道、ガス	中野 4 0.93
38	東京都	中野区	中野1丁目28番10[中野1−61−7]	520000	172		1:2	住宅	W2	中規模−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	南4.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.71
39	東京都	中野区	中野3丁目2番1外[中野3−23−46]	640000	305		1:2	住宅	RC2F1B	中規模以上の住宅の多い閑静な高級住宅地域	北5.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.65
40	東京都	中野区	中野5丁目9番12[中野5−38−14]	559000	218		1:1	住宅	W2	中規模−般住宅のほか共同住宅も見られる地域	北4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.5
41	東京都	中野区	中野2丁目9番18[中野2−14−6]	617000	230		1:2.1	住宅	RC3	中規模−般住宅が多い閑静な住宅地域	南5.	2m	区道	水道、ガス	中野 4 0.56
42	東京都	杉並区	高円寺南5丁目556番19[高円寺南5−15−8]	485000	300		1:1.5	住宅	W2	中規模−般住宅が多い住宅地域	南4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.95
43	東京都	中野区	新井2丁目40番9[新井2−18−6]	520000	82		1:1	住宅	W2	中規模−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	西6m	区道	水道、ガス	中野 4 0.93
44	東京都	中野区	中野1丁目28番10[中野1−61−7]	527000	172		1:2	住宅	W2	中規模−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	南4.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.71
45	東京都	中野区	中野3丁目2番1外[中野3−23−46]	649000	305		1:2	住宅	RC2F1B	中規模以上の住宅の多い閑静な高級住宅地域	北5.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.65
46	東京都	中野区	中野5丁目9番12[中野5−38−14]	568000	218		1:1	住宅	W2	中規模−般住宅のほか共同住宅も見られる地域	北4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.5
47	東京都	中野区	中野2丁目9番18[中野2−14−6]	630000	230		1:2.1	住宅	RC3	中規模−般住宅が多い閑静な住宅地域	南5.	2m	区道	水道、ガス	中野 4 0.56
48	東京都	杉並区	高円寺南5丁目556番19[高円寺南5−15−8]	505000	300		1:1.5	住宅	W2	中規模−般住宅が多い住宅地域	南4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.95
49	東京都	中野区	新井2丁目40番9[新井2−18−6]	520000	82		1:1	住宅	W2	中規模−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	西6m	区道	水道、ガス	中野 4 0.93
50	東京都	中野区	中野1丁目28番10[中野1−61−7]	528000	172		1:2	住宅	W2	中規模−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	南4.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.71
51	東京都	中野区	中野3丁目2番1外[中野3−23−46]	658000	305		1:2	住宅	RC2F1B	中規模以上の住宅の多い閑静な高級住宅地域	北5.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.65
52	東京都	中野区	中野5丁目9番12[中野5−38−14]	570000	218		1:1	住宅	W2	中規模の一般住宅のほか共同住宅も見られる地域	北4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.5
53	東京都	中野区	中野2丁目9番18[中野2−14−6]	635000	230		1:2.1	住宅	RC3	中規模−般住宅が多い閑静な住宅地域	南5.	2m	区道	水道、ガス	中野 4 0.56
54	東京都	杉並区	高円寺南5丁目556番19[高円寺南5−15−8]	511000	300		1:1.5	住宅	W2	中規模の一般住宅が多い住宅地域	南4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.95
55	東京都	中野区	新井2丁目40番9[新井2−18−6]	535000	82		1:1	住宅	W2	中規模−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	西6m	区道	水道、ガス	中野 4 0.93
56	東京都	中野区	中野1丁目28番10[中野1−61−7]	537000	172		1:2	住宅	W2	中規模−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	南4.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.71
57	東京都	中野区	中野3丁目2番1外[中野3−23−46]	690000	305		1:2	住宅	RC2F1B	中規模以上の住宅の多い閑静な高級住宅地域	北5.	5m	区道	水道、ガス	中野 4 0.65
58	東京都	中野区	中野5丁目9番12[中野5−38−14]	589000	218		1:1	住宅	W2	中規模の一般住宅のほか共同住宅も見られる地域	北4m	区道	水道、ガス	中野 4 0.5
59	東京都	中野区	中野2丁目9番18[中野2−14−6]	653000	230		1:2.1	住宅	RC3	中規模−般住宅が多い閑静な住宅地域	南5.	2m	区道	水道、ガス	中野 4 0.56
60	東京都	杉並区	高円寺南5丁目556番19[高円寺南5−15−8]	527000	300		1:1.5	住宅	W2	中規模の一般住宅が多い住宅地域	南3.	6m	区道	水道、ガス	中野 4 0.95
61	東京都	中野区	大和町4丁目301番17[大和町4−6−2]	408000	130		1:1	住宅	W2	−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	南3.	7m	区道	水道、ガス	高円寺 6 1.1
62	東京都	杉並区	高円寺北2丁目739番10[高円寺北2−33−7]	440000	296		1:2.1	住宅	W2	中規模−般住宅、アパート等が温在する住宅地域	西3.	6m	区道	水道、ガス	高円寺 6 0.46

2016 年度前期講義　**『不動産のための計量分析』レジュメ NO.6**

クラス担当教員名※1	学部・学科名	学籍番号※2	氏　名※2	提出日

※1:履修登録したクラスの担当教員名を書く　※2:学籍番号及び氏名が未記入のもの，また授業終了後に提出されたものは採点しないので，注意すること.

データの内容

ファイルは住宅地とそれ以外でシートを分けています．各々には下記のデータが入っています.

Ａ．no　Ｂ．都道府県名　Ｃ．区町村名　Ｄ．住居表示　Ｅ．価格（円/㎡）　Ｆ．地積（㎡）
Ｇ．形状　Ｈ．比率　Ｉ．利用の現況　Ｊ．構造　Ｋ．周辺の現況　Ｌ．道路の状況
Ｍ．整備の状況　Ｎ．最寄りの駅　Ｏ．新宿から時間（分）Ｐ．最寄り駅から距離（km）　Ｑ．用途地域
Ｒ．建ぺい率（%）　Ｓ．容積率（%）　Ｔ．防火地域　Ｕ．調査年度

作業 1. ecoome_land.xlsx のシート名“住宅地”を用いて，簡単な地価関数を推定しましょう．ここでは，被説明変数を単位面積あたりの地価とし，説明変数を地積（土地の面積），新宿からの時間，最寄り駅からの距離，容積率，建ぺい率の５変数の重回帰分析にしましょう.

変数を変換するなど加工する場合は基のデータを崩さず取っておきましょう．まず，線形で推定するためのデータは，被説明変数（単位面積あたりの地価）を W 列に，説明変数を X，Y，Z，AA，AB の列に貼り付けてあります.

(1) 線形関数の地価関数を重回帰分析で推定してください．出力はシート名“レポート”にしてください．(5 点)
(2) 次に，被説明変数を対数変換したデータを AD 列に作成してください．下の対数変換のやり方をよく見よう．(5 点)
(3) 説明変数を対数変換したデータを AE，AF，AG，AH，AI 列に作成してください．対数変換した説明変数を用いて地価関数を重回帰分析で推定してください．推定結果はシート名“レポート”に出力してください．(3)の推定結果は，(1)線形関数の下になるように縦に並べて下さい．(5 点)
(4) (1)線形関数による地価関数の推定結果と，(3)対数変換した地価関数の推定結果を比較して気づいた点を“レポート”シートにあるコメント欄に記入してください．(5 点)
(5) 対数変換した地価関数の回帰係数の解釈を“レポート”シートにあるコメント欄に記入してください．(5 点)

対数変換のやり方

excel では ln 関数を使うと簡単に対数変換を行うことができます．セル ad5 に以下の関数を代入してください．ln は「半角」で入力すれば，大文字でも小文字でも問題ありません.

=ln(w5)

これをドラッグして全データにコピーして作成できます．他の変数も同じように作ることができます.

クラス担当教員名※1	学部・学科名	学籍番号※2	氏　名※2	提出日

※1:履修登録したクラスの担当教員名を書く　※2:学籍番号及び氏名が未記入のもの，また授業終了後に提出されたものは採点しないので，注意すること.

5.2　ダミー変数

公示地価データには量的な変数だけではなく，定性的な変数（質変数とも言います）が含まれています.

作業１で用いた地価，地積，新宿からの時間や，最寄り駅からの距離，容積率や建ぺい率は数量で表す（測る）ことができる**量的変数**ですが，用途地域はどうでしょうか．同じように数量で測ることができるでしょうか.

参考

☆用途地域の復習（知らないなんて言うと阪本先生に怒られますよ.）★

用途地域は，住居，商業，工業など市街地の大枠としての土地利用を定めるもので，12 種類あります．用途地域が指定されると，それぞれの目的に応じて，建てられる建物の種類が決められます．地域の目指すべき土地利用の方向を考えて，いわば色塗りが行われるわけです.

表 5-2　用途地域（()内はエクセルデータ内表記）

第一種低層住居専用地域（１低専）	第二種低層住居専用地域（２低専）	第一種中高層住居専用地域（１中専）
低層住宅のための地域です.小規模なお店や事務所をかねた住宅や,小中学校などが建てられます.	主に低層住宅のための地域です.小中学校などのほか,150 ㎡までの一定のお店などが建てられます.	中高層住宅のための地域です.病院,大学,500 ㎡までの一定のお店などが建てられます.
第二種中高層住居専用地域（２中専）	**第一種住居地域（１住居）**	**第二種住居地域（２住居）**
主に中高層住宅のための地域です.病院,大学などのほか,1,500 ㎡までの一定のお店や事務所など必要な利便施設が建てられます.	住居の環境を守るための地域です.3,000 ㎡までの店舗,事務所,ホテルなどは建てられます.	主に住居の環境を守るための地域です.店舗,事務所,ホテル,カラオケボックスなどは建てられます.
準住居地域	**近隣商業地域**	**商業地域**
道路の沿道において,自動車関連施設などの立地と,これと調和した住居の環境を保護するための地域です.	まわりの住民が日用品の買い物などをする地域です.住宅や店舗のほかに小規模の工場も建てられます.	銀行,映画館,飲食店,百貨店などが集まる地域です.住宅や小規模の工場も建てられます.
準工業地域	**工業地域**	**工業専用地域**
主に軽工業の工場やサービス施設等が立地する地域です.環境悪化が大きい工場のほかは,ほとんど建てられます.	どんな工場でも建てられる地域です.住宅やお店は建てられますが,学校,病院,ホテルなどは建てられません.	工場のための地域です.どんな工場でも建てられますが,住宅,お店,学校,病院,ホテルなどは建てられません

用途地域のような量では表すことができませんが，そのデータの質を表す変数のことを**質的変数**といいます．回帰分析の説明変数としては，量的変数だけではなく，定性的な要因で変動する質的変数も使うことが出来ます．しかし，コンピュータは用途地域を理解できませんので，これらの質的変数を回帰分析するときには質的変数を（コンピュータが理解できるように）数値化する必要があります．**質的変数を数値に変換した変数をダミー変数**と言います．以下では，不動産市場を分析するときによく使われるダミー変数について見ていきましょう.

(1)　定数項ダミー

ここでは，地価関数で，第一種低層住居専用地域が他の用途地域と比べて，一律に地価が高くなっているかを検討してみます．ここで，第一種低層住居専用地域の土地には 1，その他の用途地域の土地には 0 となるダミー変数 $dh1$ を導入します.

ダミー変数の意味，解釈の仕方を考えてみましょう. ここでは y を単位あたりの地価（以下地価と記す），x_1 を新宿からの時間，x_2 を最寄りからの距離とすると，変数 $dh1$ を導入した回帰式は,

$$y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \gamma dh1 + \varepsilon \qquad \text{（以後，誤差 } \varepsilon \text{ は省略）} \qquad (2)$$

となります．上式のダミー変数に，1 と 0 をそれぞれ代入して整理すると，用途地域によって次式を得ることができます.

第一種低層住居専用地域：$y = (\alpha + \gamma) + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$　(3)

そ の 他 用 途 地 域：$y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$　(4)

二式を比較すると，用途地域の違いが切片に反映されていることが確認でき，二式の切片の差 γ（ガンマ）は第一種低層住居専用地域と，その他用途地域の地価の差となります．この変数 $dh1$ を**定数項ダミー**と呼びます.

さて，ecoome_land.xlsx のシート名“住宅地”では住居系用途のデータを集めてあります．そのデータの中には，前ページの用途地域にある７種類の住居系のうち，第一種低層住居専用地域（１低専），第一種中高層住居専用地域（１中専），第二種中高層住居専用地域（２中専），第一種住居地域（１住居），第二種住居地域（２住居），準住居地域（準住居）の６種類あります.

ここで用途地域の質を地価関数に導入するためには幾つのダミー変数が必要か考えてみます.

(2)式の回帰式では，第一種低層住居専用地域（$dh1$=1）とその他用途地域（$dh1$=0）の２種類を検討するのにダミー変数は１個でした．ここで，その他用途地域を表すダミー変数 $dh0$（その他用途地域で $dh0$=1 となり，第一種低層住居専用地域で $dh0$=0 となるダミー変数）

クラス担当教員名※1	学部・学科名	学籍番号※2	氏　名※2	提出日

※1:履修登録したクラスの担当教員名を書く　※2:学籍番号及び氏名が未記入のもの，また授業終了後に提出されたものは採点しないので，注意すること.

を導入すると，完全な多重共線性（追って説明します）となりますので *dh*0 を入れることはできません.

このように，ある**質的要因(ここでは用途地域)でn種類の質(ここでは，6種類の用途)があれば，ダミー変数はn－1個**で良いことになります.

この地価データでは１低専，１中専，２中専，１住居，２住居，準住居の６種類ですから，ダミー変数は５つ必要になります．**ここでは1低専ダミー(dh1)，1中専ダミー(dh2)，2中専ダミー(dh3)，1住居ダミー(dh4)，2住居ダミー(dh5)の5つを作りますので，基準(ダミーなし)は準住居となります.**

作業 2.　**作業1で推定した地価関数(両辺対数)に，用途地域ダミー変数を追加して**地価関数を推定してください．ダミー変数の作り方は以下の囲ってある箇所を参考にして下さい.

1)　Q 列にある用途地域から，１低専ダミー（dh1），１中専ダミー（dh2），２中専ダミー（dh3），１住居ダミー（dh4），２住居ダミー（dh5）の 5 種類のダミー変数を AJ から AN 列に作成して下さい．（10 点）

2)　作業１で推定した地価関数（両辺対数）に，１低専ダミー（dh1），１中専ダミー（dh2），２中専ダミー（dh3），１住居ダミー（dh4），２住居ダミー（dh5）を加えて推定してください．推定結果は“レポート”シートに，作業１の推定結果の下になるように縦に並べて出力して下さい．（10 点）

3)　（ｔ値で考えて）統計的に説明力がないダミー変数がある場合は除いて再推定して下さい．その後，推定結果から何が言えるかシート“レポート”のコメント欄に書き込んでください．ダミー基準のことをきちんと意識して回帰係数の解釈を書き込んでください．（10 点）

(注意)Excel の回帰分析は説明変数がひと続きになっていないと分析できません．作業2で除外した説明変数があれば，そのデータ列を右クリックで選択して，「切り取り」してから，Excel の右側のほうに移動して「貼り付け」してください．このように，一時的に不要なデータはすべて右側の空きスペースに移動しておけば，必要になったときにすぐに再利用できます.

if 文を使ったダミー変数の作り方

excel では if 関数を使うと簡単に**ダミー変数**を作ることができます．セル aj に以下の関数を入れてみてください．if は「半角」で入力すれば，大文字でも小文字でも問題ありません.

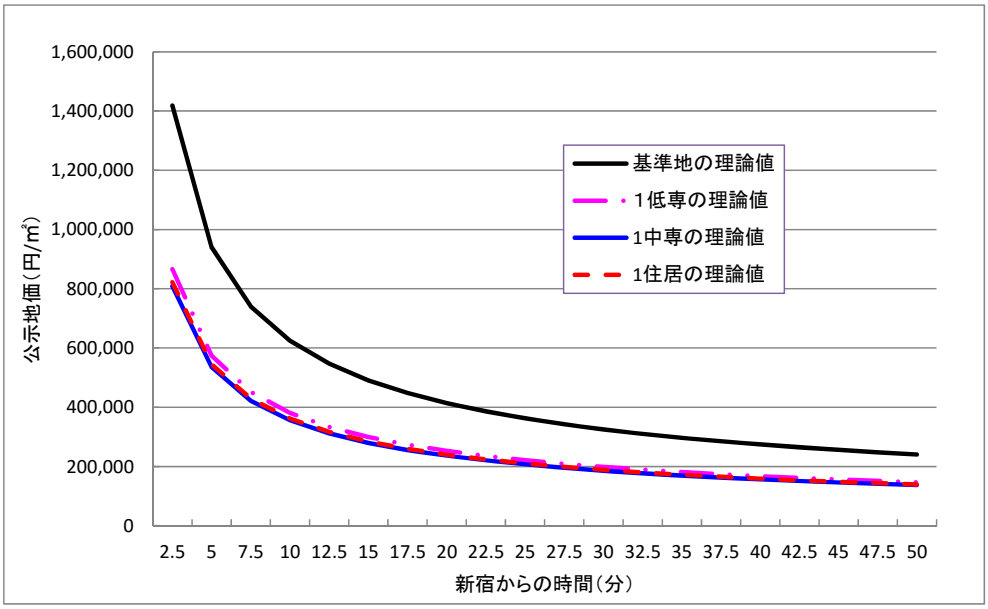
=IF($Q5="1 低専",1,0)

ここで，漢字の「低専」以外は半角で入力してください．この関数はセル q5 が「１低専」であれば１を，それ以外であれば０を返す関数です.

これをドラッグして全データにコピーして作成できます．変数名は *dh*1 とします（セル aj4 に書き込む）．同じように，残り３つの用途地域ダミー変数を作ってください.

図 5-6 が用途別の地域関数をプロットした図です．(3)，(4)式では切片がγだけ乖離すると記しましたが，地価関数は両辺対数に変換していますので，変換後の ln（地価）はγ分乖離しますが，元の地価はγだけ平行移動するのではなく，ある割合分乖離することになります．（詳しく知りたい人は基礎数学の先生に聞こう.）

図 5-6　用途地域別地価関数



2016 年度前期講義　**『不動産のための計量分析』レジュメ NO.6**

クラス担当教員名※1	学部・学科名	学籍番号※2	氏　名※2	提出日

※1:履修登録したクラスの担当教員名を書く　※2:学籍番号及び氏名が未記入のもの，また授業終了後に提出されたものは採点しないので，注意すること.

地価データの中でもう一つ**質的要因**があります．防火地域指定（T 列）で，都市計画区域内で都市防災上の観点から建物の構造に制限が加えられる指定です.『防火地域』と『準防火地域』に分けられ，その基準は下記のようになっています（計画系科目で学んでいますね）.

参考

表 5-3　防火地域

防火地域	主に商業地域において指定されます. この地域内では, 地階を含む階数が 3 以上か, または延べ面積が 100 平方メートルを超える建物は耐火建築物とし，それ以外の小規模な建物でも耐火建築物もしくは準耐火建築物としなければなりません．防火地域内での建物は，鉄筋コンクリート造，鉄骨鉄筋コンクリート造，鉄骨造などとし，小規模であっても（準耐火建築物に該当しない）一般の木造建物は禁止されます．ただし，高さが 2 メートル以下の門または塀，延面積が 50 平方メートル以内の平家建付属建物で外壁及び軒裏が防火構造のものなど，例外的に木造が認められるものもあります.
準防火地域内	建物の規模に応じて耐火建築物としなければならないもの，耐火建築物または準耐火建築物にするもの，木造建築物でも良いものが規定されています. 準防火地域内で可能な一般の木造建築物は, 延べ面積が 500 平方メートルまでで，かつ 3 階建て以下となっていますが，この場合も主要構造部や延焼の恐れのある部分などについて，防火の基準などが細かく定められています.

作業 3. 作業2で推定した地価関数(両辺対数)に，準防火地域ダミー変数を追加して地価関数を推定してください．ダミー変数の作り方は以下の囲ってある箇所を参考にして下さい.

(1) ここでは，両地域に指定されていない地域を基準として準防火ダミー（db1）を作成して，作業 2 で推定した地価関数に準防火ダミー（db1）を加えて推定して下さい．当該地域には，防火地域は 14 件しかないので，ここでは推定に用いません．推定結果は“レポート”シートに，作業 2 の推定結果の下になるように縦に並べて出力して下さい．(5 点)

(2) （t 値で考えて）統計的に説明力がないダミー変数がある場合は除いて再推定して下さい．その後，推定結果から何が言えるかシート“レポート”のコメント欄に書き込んでください．ダミー基準のことをきちんと意識して回帰係数の解釈を書き込んでください．(5 点)

(注意) Excel の回帰分析は説明変数がひと続きになっていないと分析できません．作業 2 で除外した説明変数があれば，そのデータ列を右クリックで選択して，「切り取り」してから，Excel の右側のほうに移動して「貼り付け」してください．このように，一時的に不要なデータはすべて右側の空きスペースに移動しておけば，必要になったときにすぐに再利用できます.

if 文を使ったダミー変数の作り方

excel では if 関数を使うと簡単に**ダミー変数**を作ることができます．セル AM5 に以下の関数を入れてみてください.

=if($T5=”準防”,1,0)

ここで，「準防」以外は半角で入力してください．この関数はセル T5 が「準防」であれば 1 を，それ以外であれば 0 を返す関数です.

これをドラッグして全データにコピーして作成できます．変数名は *db*1 とします（セル AM4 に書き込む）.

クラス担当教員名※1	学部・学科名	学籍番号※2	氏　名※2	提出日

※1:履修登録したクラスの担当教員名を書く　※2:学籍番号及び氏名が未記入のもの，また授業終了後に提出されたものは採点しないので，注意すること.

(2)　係数ダミー

用途地域によっては，地価の差が定数項だけでなく，最寄り駅からの距離にも影響するかもしれません．これを考慮するには，**係数ダミー**の導入が必要です．ここで，最寄り駅からの距離(x_2)と用途地域ダミー変数($dh1$)をかけあわせた，新たな説明変数($dh1 \times x_2$)を取り入れて，

$$y = \alpha + \gamma dh1 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \delta(dh1 \times x_2)$$

とします．　すると，第一種低層住居専用地域では，$dh1$=1 ですから代入して，

第一種低層住居専用地域：$y = (\alpha + \gamma) + \beta_1 x_1 + (\beta_2 + \delta) x_2$

が得られ，第一種低層住居専用地域以外の用途地域では $dh1$=0 を代入して，

そ　の　他　地　域：$y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$

が得られます．

二式を比較すると，用途地域の違いが最寄り駅からの距離（変数x_2）の係数（傾き）に反映されていることが確認でき，二式の違いは，第一種低層住居専用地域（$\beta_2 + \delta$）と，その他用途地域（β_2）の傾きの差 δ（デルタ）となります．この場合の変数（$dh1 \times x_2$）を**係数ダミー**と呼び，用途地域と最寄りからの距離の相乗効果を表します．(1)で学んだ**定数項ダミー**が切片の違いだったのに対して，係数ダミーは傾きが違うことになります．

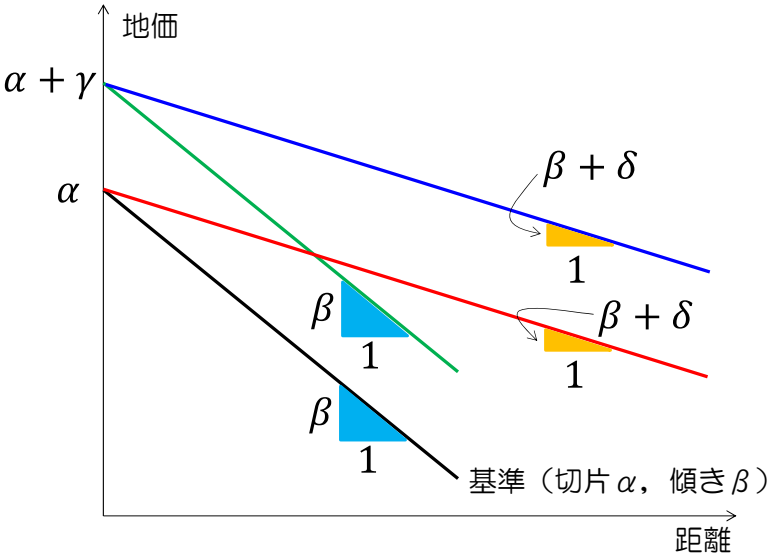
作業 4．作業3で推定した地価関数(両辺対数)に，係数ダミーを追加して地価関数を推定してください．

1)　**新たに追加する説明変数は** dh1×(ln(新宿からの時間))，dh2×(ln(新宿からの時間))，dh4×(ln(新宿からの時間))，dh1×(ln(最寄り駅からの距離))，dh2×(ln(最寄り駅からの距離))，dh4×(ln(最寄り駅からの距離))の６つです．係数ダミーを作成して，作業３で推定した地価関数に６つの係数ダミーを追加して推定して下さい．(10 点)

2)　（ｔ値で考えて）統計的に説明力がないダミー変数がある場合は，ｔ値が最も小さいダミー変数を順番に一つずつ除いて再推定を繰り返して下さい．

3)　推定結果から何が言えるかシート“レポート”のコメント欄に書き込んでください．係数ダミーのことをきちんと意識して回帰係数の解釈を書き込んでください．(10 点)

図 5-7　定数項ダミー＋係数ダミーのイメージ図



クラス担当教員名※1	学部・学科名	学籍番号※2	氏　名※2	提出日

※1:履修登録したクラスの担当教員名を書く　※2:学籍番号及び氏名が未記入のもの，また授業終了後に提出されたものは採点しないので，注意すること.

5.3　推定上の問題点

(1) 多重共線性

レジュメ NO5 で説明したように，重回帰分析に用いる説明変数は独立であること（従属関係にないこと）が必要です．例えば，

$$y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$$

において，もしも，$x_2 = \lambda x_1$，という関係があれば（x_1 と x_2 が従属）

$$y = \alpha + (\beta_1 + \lambda\beta_2)x_1$$

となり，x_2 は意味を持たなくなります．このような完全な従属関係でなくても，説明変数間に高い相関関係が有れば同じような問題が生じます．このような関係を多重共線性といいます．多重共線性への対処はかなり高度なテクニックが必要で，excel では困難ですので，以下では簡単な検討方法を記します．

多重共線性は説明変数間で高い相関関係がある場合に生じるので，説明変数間の相関係数を精査する必要があります．これは excel の分析ツールにある相関で簡単に求められます．多重共線性があるかどうかの判断は非常に難しいのですが，個別に説明変数を入れて推定すると決定係数の符号や t 値に問題がないのに，同時に説明変数に入れた場合に t 値が小さくなったり，符号が変わったりした場合は多重共線性があると判断して良いでしょう．

(2) 外生性

この講義では単一の方程式を推定してきましたが，経済モデルでは複数の方程式体系になっていることが多くなります．例えば，ミクロ経済学で習った市場分析を思い出してください．マンション市場でも，少なくとも，需要関数と供給関数の２本の方程式があったはずです．しかも，需要関数ではマンション価格の係数がマイナス（右下がりでしたね）になり，供給関数ではマンション価格の係数がプラス（右上がりでしたね）になっていました．それで，均衡価格と均衡取引量が同時に決まると習いました．このようなときは，２つの変数を同時に決定（推定）する同時方程式モデルを利用した推定が必要となります．この時，変数は，モデルの外で決定される外生変数（先決変数とも言います），モデルの中で決定される内生変数に分けて考えなければなりません．マンション市場では，価格と販売数量は内生変数となりますが，需要者数やマンション建設に使うコンクリートの価格などは外生変数と考えます．外生変数はモデルの誤差項とは独立になっていることが必要です．このように，外生変数として扱っている変数が誤差項と独立になっているかという問題を外生性の問題と言います．

外生性の問題は同時方程式モデルだけではなく，今回推定した単一方程式の地価関数でも問題になってきます．

以上の推定上の問題は，卒業論文や大学院で修士論文を書く人はあとから詳しく勉強しましょう．この講義では，上記のような推定上の問題があることだけ覚えておいてください．