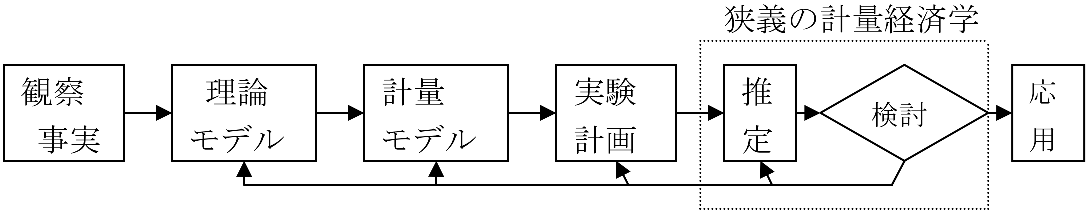
Ⅳ　回帰モデルの経済分析への応用

1．対数線形需要関数の推定：推定結果の検討と改善



1.1 理論モデルの設定～推定まで

(1) 計量経済モデルの設定：確率モデルの特定化

牛肉の需要関数の特定化(対数線形モデル)

max $U(q_i,q_o)$ s.t. $M=p_iq_i+p_oq_o$ → $q_i=d_i(p_i,p_o,M)$ → $\boxed{\ln q_i=\alpha_i+\beta_i\ln p_i+\beta_o\ln p_o+\gamma\ln M}$

このとき $\beta_i=\dfrac{\partial \ln q_i}{\partial \ln p_i}=\dfrac{\partial q_i/q_i}{\partial p_i/p_i}$:価格弾力性, $\gamma=\dfrac{\partial \ln q_i}{\partial \ln M}=\dfrac{\partial q_i/q_i}{\partial M/M}$:所得弾力性

需要関数の 0 次同次性($\beta_i+\beta_o+\gamma=0$)より $\boxed{\ln q_i=\alpha_i+\beta_i\ln(p_i/p_o)+\gamma\ln(M/p_o)+\varepsilon_i}$

(2) 実験計画：変数と利用するデータの対応関係を示す

q_i=一世帯あたりの需要量(v_i/p_i)、M=一世帯あたりの消費総額：総務省「家計調査」

p_i=財の価格､p_o=他財の価格(CPI 総合)：総務省「消費者物価指数」

1980～2008 年の時系列データを集める

(3) 推定：最小２乗法 → 一般化最小２乗法、操作変数法など

回帰統計	
重相関 R	0.944081
重決定 R2	0.891289
補正 R2	0.880417
標準誤差	0.072055
観測数	23

分散分析表

	自由度	変動	分散	分散比	有意 F
回帰	2	0.851331	0.425666	81.98664	2.31E-10
残差	20	0.103838	0.005192		
合計	22	0.955169			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%
切片	-55.8154	5.080247	-10.9868	6.36E-10	-66.4127	-45.2182
ln(Pi/Po)	-0.21325	0.126439	-1.68655	0.107227	-0.47699	0.050501
Ln(M/Po)	4.369736	0.342633	12.75339	4.6E-11	3.655015	5.084456

1.2　推定結果の検討 (テキスト P-43)

(1) パラメターの符号条件・有意性・安定性

①符号条件は理論と整合しているか？　←　係数を見る。

②統計的に有意か？（両側検定、片側検定）　←　標準誤差、ｔ値を見る。

③係数は安定的か？　←　データを追加したときの係数の変化を見る。

(2) モデルの説明力（p-17, p-68)

$Y_i-\bar{Y}=(Y_i-\hat{Y}_i)+(\hat{Y}_i-\bar{Y})$ より $\sum(Y_i-\bar{Y})^2=\sum e_i^2+\sum(\hat{Y}_i-\bar{Y})^2$

決定係数Ｒ²＝1－ $\dfrac{\sum e_i^2}{\sum\left(Y_i-\bar{Y}\right)^2}$ や自由度修正済み決定係数 $\bar{R}^2=1-\dfrac{\sum e_i^2/(n-k)}{\sum(Y_i-\bar{Y})^2/(n-1)}$

決定係数が 0.5 を下回る → 考慮すべき要因が残されている

1.3 推定結果の改善

(1) **関数形の変更**：単純な線形、２次関数
(2) **説明変数の追加**：代替財の価格（豚肉/鶏肉、魚など）
(3) **他の要因の考慮**：価格や所得以外の要因（気候や自然災害など）

ここでは 2001 年に生じた狂牛病の影響を見るため狂牛病ダミーD[*]を考える！
牛肉の需要関数：標本期間=1980-2008、変数の定義＝略 [**]

$$\ln q_i = -13.801 - 0.10282 \ln(p_i/p_o) + 1.2788 \ln(M/p_o) - 0.27112\, D, \quad \bar{R}^2 = 0.9154$$

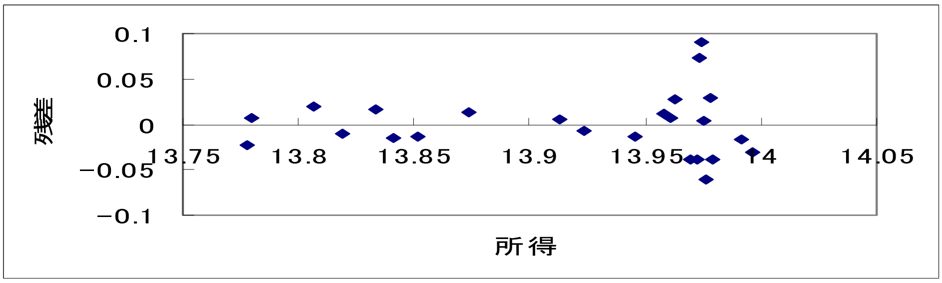
s.e.	(3.496)	(0.102)	(0.213)	(0.0260)
t	(-3.947)	(-1.005)	(5.987)	(-10.418)

自由度 20、残差２乗和 0.026905
価格弾力性＜0 という仮説を採択できないので改善の余地がまだある。

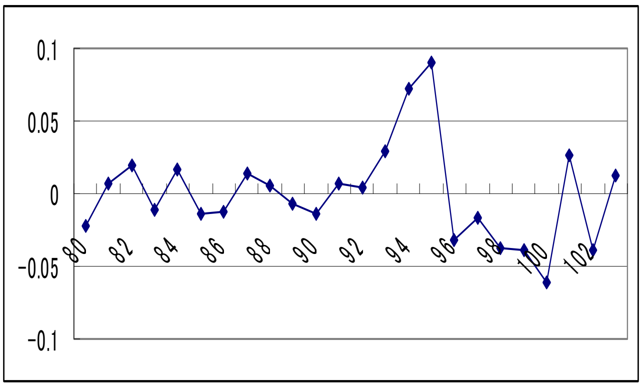
1.4 残差の検討（テキスト P-43）

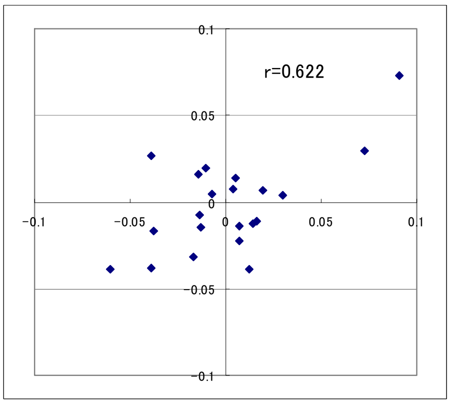
最小２乗推定量が BLUE であるための条件＝実験室の仮定（①誤差分散の均一性 Var(ε i)=σ² ②誤差の独立性 Cov(ε i, ε j)=0 ③誤差と説明変数の独立性 Cov(ε i,Xi)=0）が成り立つか否かをチェックする。

① **分散不均一性** Var(ε i)=σ_i^2→misspecification(関数形、説明変数の欠落)
　→不偏性○ 有効性× 　σ_b^2 の推計値 s_b^2 が不正確になる！



② **系列相関** Cov(ε i, ε j)≠0→misspecification(関数形、説明変数欠落)
　→不偏性○ 有効性× 　σ_b^2 の推計値 s_b^2 が不正確になる！





③ **説明変数との相関** Cov(ε i,Xi)≠0→市場間の相互依存性・市場の非競争性
　→不偏性× 有効性× 　不偏性さえ成立しないので最も深刻！！

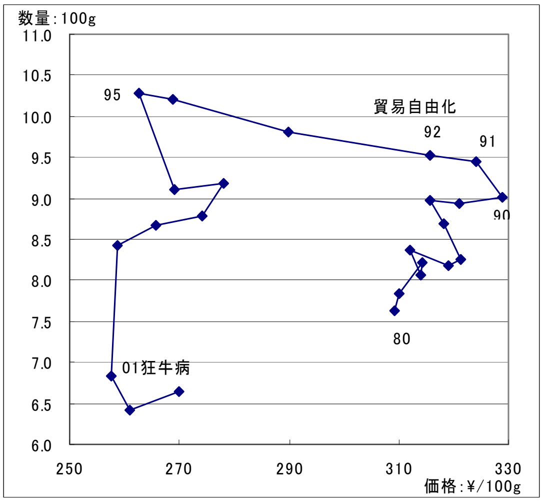
---

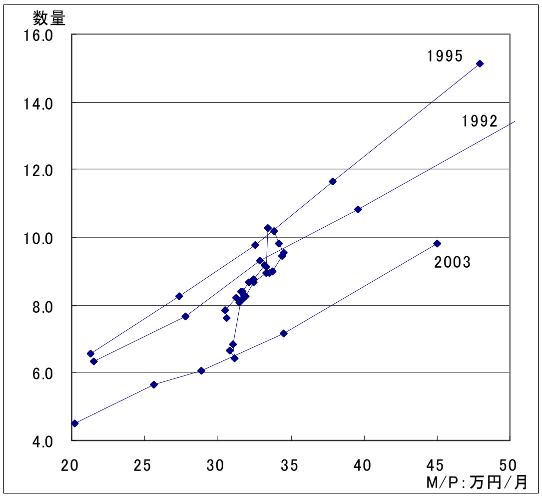
[*] ダミー変数(dummy variable)：数量化できない要因を分析するために、考慮すべき要因の影響下にあるときに１、それ以外のときに 0 をとる変数を考える。狂牛病の場合は、1980-2000 年までは 0、2001-03 年は１とする。テキスト P-93 参照のこと。
[**]結果のレポートの方法についてはテキスト P-101 参照。

２ 実験計画の重要性：横断面データを利用した統御実験の実施

実験計画：理論で想定される変数と利用するデータの対応関係を明示する
①主体の定義：家計か個人か
②価格や数量の定義：グラム単位は適切か？製品の品質の問題
③利用するデータ：時系列データ、横断面データ、ミクロデータ、パネルデータ

利用するデータの選択は非常に重要なステップである。実際良く利用される時系列マクロデータはデータそのものの変動幅が小さいためパラメタの推定が困難になる場合が多い。





所得階層別の横断面データ（価格は一定のもとで所得のみが変化する）の利用により価格を統御したもとで所得変化の効果を識別することができる。この横断面データを毎年集めたプールデータの利用でより正確な推定が可能となる。これはプールされたデータの
① 価格を一定とした統御が可能である（資料をコントロールすることで実験が可能）
② 所得の変動が大きい（推計値の標準誤差が小さくなり、正確な推定が可能）
という２つの特徴から得られる性質である。

牛肉の需要関数：標本期間=2008　（横断面データ）

$\ln q_i = -2.3999 + 0.8196 \ln(M)$, $\bar{R}^2 = 0.8947$
s.e.　(1.023)　(0.0679)
t　(-2.346)　(12.062)
自由度 16、残差２乗和 0.16548

牛肉の需要関数：標本期間=1980-2008、変数の定義＝略

$\ln q_i = -9.605 - 0.2313 \ln(p_i/p_o) + 1.0306 \ln(M/p_o) - 0.27964\, D$, $\bar{R}^2 = 0.9601$
s.e.　(0.401) (0.0305)　(0.0222)　(0.01413)
t　(-23.95) (-7.581)　(46.328)　(-19.788)
自由度 116、残差２乗和 0.247905

補足　弾力性測定の意義

「価格弾力性は政策評価を行うときの重要な情報である」

１　独占企業の超過利潤の水準

独占企業の利潤 $\pi = P(Q)Q - C(Q)$ 最大化の１階の条件は $MR = P'(Q)Q + P = C'(Q)$

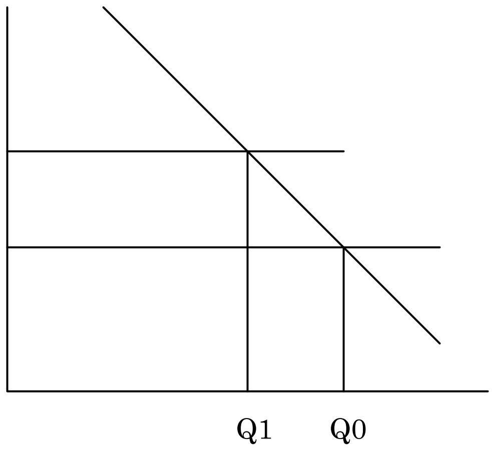
弾力性の定義 $\varepsilon = dQ/dp \cdot (p/Q)$ より $P'(Q) = p/(\varepsilon Q)$ なので $MR = P(1 - 1/|\varepsilon|)$

これより市場価格 $P = \dfrac{1}{1 - 1/|\varepsilon|} MC$ となる。さらに企業の超過利潤を示す Lerner の独占度は

$L = (P - MC)/P = 1/|\varepsilon|$ となる。これより価格弾力性が小さい財ほど独占による弊害が大きくなることがわかる。

２　税制や市場の非競争性によって生じる損失の推定(Harberger Triangle)

保護貿易政策(セーフガード)や寡占市場での消費者余剰(consumer surplus)や死重損失(Dead Weight Loss)の推計で需要の価格弾力性 ε が必要となる　$\boxed{DWL = -0.5 \cdot \varepsilon t^2 P_0 Q_0}$



価格が p_o から $p_1 = (1+t)p_o$ へ上昇した結果需要量が Q_o から Q_1 へ減少したとき $DWL \fallingdotseq \Delta P \Delta Q / 2$ となる。弾力性の定義 $\varepsilon = \dfrac{\Delta Q}{\Delta P}\dfrac{P}{Q}$ から得られる $\Delta Q = \varepsilon \Delta P \dfrac{Q_0}{P_0}$ を代入すると $DWL = |\varepsilon|(\Delta P)^2 Q_o / (2P_o)$ となる。$\Delta P = P_1 - P_o = tP_o$ だから $\boxed{DWL = -0.5 \varepsilon t^2 P_o Q_o}$ が得られる。