

15.06

TABLE 15.10 Estimation Results for Exercise 15.6

	(1) OLS 1987	(2) OLS 1988	(3) FE	(4) FE Robust	(5) RE
<i>C</i>	0.9348 (0.2010)	0.8993 (0.2407)	1.5468 (0.2522)	1.5468 (0.2688)	1.1497 (0.1597)
<i>EXPER</i>	0.1270 (0.0295)	0.1265 (0.0323)	0.0575 (0.0330)	0.0575 (0.0328)	0.0986 (0.0220)
<i>EXPER</i> <sup>2</sup>	-0.0033 (0.0011)	-0.0031 (0.0011)	-0.0012 (0.0011)	-0.0012 (0.0011)	-0.0023 (0.0007)
<i>SOUTH</i>	-0.2128 (0.0338)	-0.2384 (0.0344)	-0.3261 (0.1258)	-0.3261 (0.2495)	-0.2326 (0.0317)
<i>UNION</i>	0.1445 (0.0382)	0.1102 (0.0387)	0.0822 (0.0312)	0.0822 (0.0367)	0.1027 (0.0245)
<i>N</i>	716	716	1432	1432	1432

(a) 大部分變數的係數在兩年中變化不大，表示個體間無異質性

(b) 誤差項被分解為兩個部分，其中  $u_i$  為個體特有且隨時間不變的誤差，代表無法觀察但穩定存在的異質性（如能力、教育背景等），而  $e_{it}$  則是隨時間與個體變動的隨機誤差。Panel data 模型能利用跨時間追蹤同個體的特性，有效控制那些無法觀察但可能影響結果的個體特質，因此提供更具說服力的估計結果。

(c)

變數	估計值 (FE)	信賴區間 (95%)
EXPER	0.0575	(-0.0085, 0.1235)
EXPER <sup>2</sup>	-0.0012	(-0.0034, 0.0010)
SOUTH	-0.3261	(-0.5777, -0.0745)
UNION	0.0822	(0.0198, 0.1446)

比較這些區間與 OLS 估計值可發現，只有 EXPER 的 OLS 估計值未落入固定效果的信賴區間內，顯示兩者在統計上有顯著差異。

(d) F 統計量為 11.68

分子自由度為  $N-1 = 716 - 1 = 715$

分母自由度為  $NT-N(K-1) = 1432-716-4 = 1432 - 716 - 4 = 712$

1 % 顯著水準臨界值分別約為 1.0 與 1.19  $\gg$  F 值 11.68 大於這些臨界值，拒絕虛無假設，表示資料中存在顯著的個體異質性

(e) 採用了 within transformation，標準誤普遍變大

(f)

1. (1) EXPER 係數最多  
 (2) Hausman Test:

$$\begin{aligned}
 \textcircled{1} \text{ } t_{\text{EXPER}} &= \frac{0.0375 - 0.0986}{\sqrt{0.037^2 - 0.022^2}} = -1.67 \rightarrow \text{有顯著差異} \rightarrow \text{Random effects estimator is appropriate} \\
 \textcircled{2} \text{ } t_{\text{EXPER}} &= \frac{-0.0012 - (-0.0023)}{\sqrt{0.011^2 - 0.0007^2}} = 1.276 \\
 \textcircled{3} \text{ } t_{\text{SOUTH}} &= \frac{-0.3261 - (-0.2726)}{\sqrt{0.1125^2 - 0.0319^2}} = -0.77 \\
 \textcircled{4} \text{ } t_{\text{UNION}} &= \frac{0.0822 - 0.1027}{\sqrt{0.0312^2 - 0.0275^2}} = -1.06
 \end{aligned}$$

15.17

(a)

```

Call:
lm(formula = liquord ~ income + 0, data = df)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.6852 -0.9196 -0.0323  0.9027  3.3620

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
income    0.02975    0.02922     1.018   0.312

Residual standard error: 1.417 on 79 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.01295,    Adjusted R-squared:  0.0004544
F-statistic: 1.036 on 1 and 79 DF,  p-value: 0.3118
  
```

```

> confint(model)
                2.5 %      97.5 %
income -0.02841457  0.08790818
  
```

15.20

(a)

```

Call:
lm(formula = readscore ~ small + aide + tchexper + boy + white_asian +
    freelunch, data = star)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-107.220  -20.214   -3.935   14.339  185.956

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 437.76425    1.34622  325.180 < 2e-16 ***
small         5.82282    0.98933   5.886 4.19e-09 ***
aide          0.81784    0.95299   0.858   0.391
tchexper      0.49247    0.06956   7.080 1.61e-12 ***
boy          -6.15642    0.79613  -7.733 1.23e-14 ***
white_asian   3.90581    0.95361   4.096 4.26e-05 ***
freelunch    -14.77134    0.89025 -16.592 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
  
```

小班效應：小班學生平均閱讀分數高出 5.8 分，且在 1% 顯著水準下成立，顯示小班制有效。

助教效果：是否有助教對閱讀表現沒有顯著影響。

教師經驗：每多一年教學經驗，學生平均分數提升約 0.49 分，顯著。

性別差異：男生平均比女生低 6 分。

族裔差異：白人與亞裔學生平均比黑人高 3.9 分。經濟弱勢：領免費午餐的學生平均低 14.8 分，影響最大。

(b)

```
Call:
p1m(formula = readscore ~ small + aide + tchexper + boy + white_asian +
    freelunch, data = pdata, effect = "individual", model = "within")

Unbalanced Panel: n = 79, T = 34-137, N = 5766

Residuals:
    Min.    1st Qu.    Median    3rd Qu.    Max.
-102.6381  -16.7834   -2.8473   12.7591   198.4169

Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
small      6.490231    0.912962   7.1090 1.313e-12 ***
aide       0.996087    0.881693   1.1297  0.2586
tchexper    0.285567    0.070845   4.0309 5.629e-05 ***
boy       -5.455941    0.727589  -7.4987 7.440e-14 ***
white_asian  8.028019    1.535656   5.2277 1.777e-07 ***
freelunch  -14.593572    0.880006  -16.5835 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares: 4628000
Residual Sum of Squares: 4268900
R-Squared: 0.077592
Adj. R-Squared: 0.063954
F-statistic: 79.6471 on 6 and 5681 DF, p-value: < 2.22e-16
```

小班效應：小班學生的閱讀分數平均提高 6.49 分，效果比 OLS 稍大，小班制的效果不只是學校之間的差異造成。

教師經驗：每增加一年教學經驗，分數提升縮小為 0.29 分，教師經驗的影響在控制學校差異後較小。

性別差異：男生分數仍較低，但差異較 OLS 模型略小。

族裔差異：白人/亞裔學生比黑人學生平均高 約 8 分，效果比 OLS 幾乎翻倍，可能代表原本被學校差異遮蔽。

(c)

```
F test for individual effects

data: readscore ~ small + aide + tchexper + boy + white_asian + freelunch
F = 16.698, df1 = 78, df2 = 5681, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: significant effects
```

拒絕虛無假設，表示學校之間存在顯著差異，應納入學校固定效果。若學校虛擬變數（固定效果）與其他自變數無關，則它們的納入對其他變數的估計影響應該很小。