

(a) OLS 在這2年的估計結果接近

個體間有無異質性

(b) 誤差為 $u_i + e_{it}$ ，加入了個體效果 u_i ，假設不同個體間可能異質

比 OLS 更適合用來處理有時間面板資料的個體差異問題

(c) EXPER 是差異最大的一個係數

(d) F 統計量 = 11.68

$$F_{0.99}(716-1, 1432-716-5) = 2.63$$

$11.68 > 2.63 \Rightarrow$ 拒絕虛無假設，個體存在顯著的差異

(e) robust 誤差比 FE 大，特別是 south

(f) FE 和 RE 中 EXPER 的係數差異最大

$$\text{EXPER} = \frac{0.0575 - 0.0986}{\sqrt{0.033^2 - 0.022^2}} = -1.611$$

$$\text{EXPER}^2 = \frac{-0.0012 + 0.0023}{\sqrt{0.0011^2 - 0.0007^2}} = 1.296$$

$$\text{South} = \frac{-0.3261 + 0.2326}{\sqrt{0.1258^2 - 0.0311^2}} = -0.968$$

$$\text{Union} = \frac{0.0822 - 0.1021}{\sqrt{0.0312^2 - 0.0245^2}} = -1.061$$

t 值未達 ± 1.96 ，無顯著差異

適合 RE 估計，解釋變數在 FE 和 RE 間的估計無明顯差異

CH15.17

(a)

```
Call:
lm(formula = LIQUORD ~ INCOMED - 1, data = df_clean)

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

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
INCOMED    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, level = 0.95)
           2.5 %      97.5 %
INCOMED -0.02841457 0.08790818
```

收入變化對酒精支出變化的估計係數為 0.0298 $p = 0.312$ (不顯著)

CH15-20

(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
```

本題以 OLS 模型探討學生的閱讀成績與班級型態、助教、教師經驗、性別、種族與家庭背景的關係，結果顯示：

- “小班制對學生的閱讀表現具有正向顯著影響，平均提高約 5.82 分；”
- “助教的存在對成績沒有顯著影響；”
- “教師年資越高，學生表現越好，每多一年約提高 0.49 分；”
- “男生的表現顯著低於女生（平均差約 6.15 分）；”
- “白人與亞洲學生表現較其他族群優秀；”
- “低收入家庭學生（freelunch = 1）表現顯著較差，平均分數低約 14.77 分。”

總體來看，班級規模、教師經驗、學生的性別、種族與家庭經濟狀況，皆為影響閱讀成績的重要因素。

(b)

```
Call:
p1m(formula = readscore ~ small + aide + tchexper + boy + white_asian +
  freelunch, data = pdata, 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
```

在加入學校固定效果後，模型重新估計顯示小班制（small）、教師經驗（tchexper）、學生性別（boy）、種族（white_asian）與家庭經濟狀況（freelunch）依然是解釋學生閱讀表現的重要因素。其中，小班制的效果甚至更為明顯，白人與亞洲學生的成績優勢也更加顯著。

與原始 OLS 結果相比，多數結論仍然成立，顯示結果具有穩健性。唯一的差異是教師年資的影響略微減弱，但仍具有統計顯著性。整體來看，控制學校間的異質性有助於提升估計準確度，但不會根本改變主結論。

(c)

```
> pFtest(fe_model, ols_model)

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
```

根據 `pFtest()` 的結果，檢定統計量 $F = 16.70$ ，對應的 p 值小於 0.001 ，因此我們拒絕虛無假設，表示學校固定效果是統計上顯著的，應納入模型中。

然而，納入固定效果是否會改變其他自變數的估計值，仍取決於這些變數是否與學校層級的變異有關。若某些變數主要在同一學校內變動（如：學生性別或是否領免費午餐），則即使固定效果顯著，這些變數的估計值仍可能不變。

本題中，我們觀察到大多數變數（如 `small`、`freelunch`、`tchexper`）在加入固定效果後仍然顯著，係數也未大幅變動，因此結果具有穩健性。

$$F_{0.99}(78, 5681) = 1.28$$

$$16.7 > 1.28$$

強烈拒絕虛無假設（所有學校效果相同）。這證實了存在顯著的學校層級異質性。

然而，若主要解釋變數（如 `small` 和 `aide`）的變異主要來自校內差異而非校際差異，那麼即使納入學校固定效果，其係數估計值仍可能保持穩定。