現代的な重力方程式のパネル推定 with fixest

田中 鮎夢

2024-03-14

Table of Contents

[はじめに 1](#_Toc166441851)

[貿易データ 2](#_Toc166441852)

[重力方程式の定式化 3](#_Toc166441853)

[最小二乗法（OLS）推定 3](#_Toc166441854)

[StataによるOLS推定 4](#_Toc166441855)

[ポアソン擬似最尤（PPML）推定 4](#_Toc166441856)

[StataによるPPML推定 5](#_Toc166441857)

[Rで結果を見る 5](#_Toc166441858)

[結果をLaTexにエクスポートする 6](#_Toc166441859)

[参考文献 6](#_Toc166441860)

# はじめに

Anderson and Van Wincoop ([2003](#ref-anderson2003gravity)) が指摘した多角的貿易抵抗指数（物価効果）を制御するために、1時点のクロスセクションの貿易データであれば、輸出国のGDPの代わりに輸出国固定効果、輸入国のGDPの代わりに輸入国固定効果を説明変数に加えれば良い。２時点以上のパネルの貿易データであれば、毎年GDPや物価は変化するので、GDPの代わりに輸出国（輸入国）固定効果と年次固定効果の交差項を説明変数に加えることで、時変の輸出国（輸入国）属性を制御する。このように、GDPの代わりに、輸出国（輸入国）固定効果を用いるアプローチを**「固定効果アプローチ」**と呼んでいる。

さらに、重力方程式に、貿易ペアの固定効果を含めることがある。例えば、イギリスとアメリカという貿易国ペア、日本とアメリカという貿易国ペアごとにダミー変数を作成して、重力方程式の説明変数に加えるということである。これにより、貿易ペア固有の時間不変の要因を制御できる。貿易ペアの固定効果を推定に加えることは、計量経済学のテキストで**「固定効果法」**と呼ばれているパネルデータ推定法と同じである。ここでいう**「固定効果法」**は、先に述べた多角的貿易抵抗指数を制御するための**「固定効果アプローチ」**とは意味が違うことに注意が必要である。

このように、時変の輸出国（輸入国）固定効果、貿易ペアの固定効果、さらには年次固定効果を加えて、重力方程式をポワソン擬似最尤（PPML）で推定するのが、現代の重力方程式の標準的な推定方法である。多数の固定効果(ダミー変数)を含むため、Base Rでは計算上困難であるため、本ページでは、Berge and McDermott ([2023](#ref-berge2021fast)) によって開発されたfixestパッケージを用いる。

パッケージのインストールのインストールは以下のコードで行われる。

install.packages("fixest")

パッケージの読み込みを行う。

# パッケージの読み込み  
library(fixest)

# 貿易データ

[gravity\_rta.csv](https://ayumu-tanaka.github.io/teaching/gravity_rta.csv)には、フランスの研究機関CEPIIが作成している、[Gravity](http://www.cepii.fr/CEPII/en/bdd_modele/bdd_modele_item.asp?id=8)という無料のデータベースから、２国間の貿易額やRTAの有無など必要最小限のデータを抜き出している。[gravity\_rta.csv](https://ayumu-tanaka.github.io/teaching/gravity_rta.csv)には、2010–2018年の9年間の世界の2国間の貿易額が収録されている。Gravityデータベースは定期的に更新されている。本ページで用いるデータは、「Gravity\_dta\_V202211」版であり、2024年3月に入手した。

* year: Year
* rta: 1 = RTA (source: WTO)
* tradeflow\_baci: Trade flow, 1000 USD (source: BACI)
* pair group(iso3\_o iso3\_d)
* origin Origin ISO3 alphabetic
* destination Destination ISO3 alphabetic

Rは大規模なデータの読み込みには非常に時間がかかる。事実上読み込めないことがある。今回使うデータは、readxlパッケージのread\_excelではexcel形式で読み込めない。そのため、Dowle et al. ([2019](#ref-dowle2019package)) が開発した大規模なデータの読み込みに対応しているdata.tableパッケージをまずインストールする。

install.packages("data.table")

そして、data.tableパッケージのfread関数でcsvファイルを読み込む。

library(data.table)  
gravity\_rta <- fread("gravity\_rta.csv")  
head(gravity\_rta)

## year iso3\_o iso3\_d rta tradeflow\_baci pair  
## <int> <char> <char> <int> <num> <int>  
## 1: 2017 ABW AFG 0 160.164 2  
## 2: 2018 ABW AFG 0 1023.860 2  
## 3: 2010 ABW AGO 0 50257.141 3  
## 4: 2011 ABW AGO 0 0.142 3  
## 5: 2012 ABW AGO 0 0.329 3  
## 6: 2013 ABW AGO 0 25.000 3

# 重力方程式の定式化

我々は、貿易に対するRTA（regional trade agreement）の効果を検証するために、重力モデルを推定することにする。従属変数は二国間の貿易水準であり、独立変数は二国間のRTAダミーである。以下のように定式化する：

ここで、添え字、、はそれぞれ輸出国、輸入国、年を表し、はこれらのグループの固定効果である。ここでは注目される処置効果である。

Silva and Tenreyro ([2006](#ref-silva2006log)) に従い、ポワソン擬似最尤（PPML）推定を用いて重力方程式を推定することを考える。これは次の関係を導く:

# 最小二乗法（OLS）推定

まずは、OLSで推定する。線形で推定するために、変数を対数にする必要がある：

gravity\_ols = feols(log(tradeflow\_baci) ~ rta | iso3\_o^year + iso3\_d^year + pair, vcov = ~ iso3\_o + iso3\_d, data = gravity\_rta)

結果はprintもしくはsummaryで直接表示できる：

print(gravity\_ols)

## OLS estimation, Dep. Var.: log(tradeflow\_baci)  
## Observations: 282,673  
## Fixed-effects: iso3\_o^year: 2,017, iso3\_d^year: 2,017, pair: 40,237  
## Standard-errors: Clustered (iso3\_o & iso3\_d)   
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## rta 0.040042 0.044688 0.896029 0.37119   
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
## RMSE: 1.32381 Adj. R2: 0.894409  
## Within R2: 5.43e-6

## StataによるOLS推定

Stataで同じ推定を行うにはreghdfeをインストールする。

ssc install reghdfe

データを読み込んだ上で、以下のコードを実行して、対数をとる。

import delimited using https://ayumu-tanaka.github.io/teaching/gravity\_rta.csv,clear   
g lntradeflow\_baci=ln(tradeflow\_baci)

さらに、文字変数をabsorbで指定することができないので、輸出国（輸入国）ISOコードを数値変数に変換しておく。

encode iso3\_o,gen(origin)  
encode iso3\_d,gen(destination)

最小二乗法の実行は、以下の通りである。

reghdfe lntradeflow\_baci rta, absorb(i.origin##i.year i.destination##i.year i.pair) vce(cluster origin destination)

Stataでは、A##Bは、Aの固定効果、Bの固定効果、AとBの交差項の固定効果全てを使うことを意味する。

# ポアソン擬似最尤（PPML）推定

ポアソン尤度を用いたモデルの推定は以下の通りである：

gravity\_pois = fepois(tradeflow\_baci ~ rta | iso3\_o^year + iso3\_d^year + pair, vcov = ~ iso3\_o + iso3\_d, data = gravity\_rta)

結果はprintもしくはsummaryで直接表示できる：

print(gravity\_pois)

## Poisson estimation, Dep. Var.: tradeflow\_baci  
## Observations: 282,673  
## Fixed-effects: iso3\_o^year: 2,017, iso3\_d^year: 2,017, pair: 40,237  
## Standard-errors: Clustered (iso3\_o & iso3\_d)   
## Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)   
## rta 0.078878 0.020277 3.89005 0.00010022 \*\*\*  
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
## Log-Likelihood: -2.797e+9 Adj. Pseudo R2: 0.99451   
## BIC: 5.594e+9 Squared Cor.: 0.995649

printは，係数推定値と標準誤差，およびいくつかの他の情報を報告する。適合度の情報のうち、二乗相関は従属変数と予測変数の相関に対応し、OLS推定におけるR2乗の考え方を反映している。

## StataによるPPML推定

Stataで同じ推定を行うには次のコードをppmlhdfeをインストールする。

ssc install ppmlhdfe

データを読み込み、以下のコードで、PPML推定を行う。

import delimited using https://ayumu-tanaka.github.io/teaching/gravity\_rta.csv,clear   
  
encode iso3\_o,gen(origin)  
encode iso3\_d,gen(destination)  
  
ppmlhdfe tradeflow\_baci rta,absorb(i.origin##i.year i.destination##i.year i.year i.pair) vce(cluster origin destination)

# Rで結果を見る

ここで、いくつかの推定結果をコンパクトに概観するため、関数etable を使う。この関数は、複数の固定効果推定の結果をdata.frameに要約する。推定結果をまとめて見るには、次のようにタイプするだけでよい：

etable(gravity\_ols, gravity\_pois,  
 vcov = ~ iso3\_o + iso3\_d,   
 headers = c("OLS","PPML"))

## gravity\_ols gravity\_pois  
## OLS PPML  
## Dependent Var.: log(tradeflow\_baci) tradeflow\_baci  
##   
## rta 0.0400 (0.0447) 0.0789\*\*\* (0.0203)  
## Fixed-Effects: ------------------- ------------------  
## iso3\_o-year Yes Yes  
## iso3\_d-year Yes Yes  
## pair Yes Yes  
## \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
## Family OLS Poisson  
## S.E.: Clustered by: iso3\_o & iso3\_d by: iso3\_o & iso3\_d  
## Observations 282,673 282,673  
## Squared Cor. 0.91095 0.99565  
## Pseudo R2 0.41574 0.99451  
## BIC 1,516,456.0 -2,147,483,648.1  
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

# 結果をLaTexにエクスポートする

これまで、複数の推定結果をRコンソールで報告する方法を見てきた。ここで、同じ関数 etable を使用して、結果を LaTex 形式の表にエクスポートすることができる。

etable(gravity\_ols, gravity\_pois, cluster = ~iso3\_o + iso3\_d, file = "Tables2.tex", replace = TRUE)

この例では、2つの推定結果を含む1つの表がLaTexの表に直接エクスポートされ、“Tables2.tex”というファイルに格納されている。引数ファイルが存在する場合、LaTexフォーマットがデフォルトになるため、引数tex=TRUEを使用する必要がない。このファイルは、replace=TRUEという引数のおかげで、毎回再作成される。

# 参考文献

Anderson, James E, and Eric Van Wincoop. 2003. “Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle.” *American Economic Review* 93 (1): 170–92. <https://doi.org/10.1257/000282803321455214>.

Berge, Laurent, and Grant McDermott. 2023. “Fast Fixed-Effects Estimation: Short Introduction.” <https://cran.r-project.org/web/packages/fixest/vignettes/fixest_walkthrough.html>.

Dowle, Matt, Arun Srinivasan, Jan Gorecki, Michael Chirico, Pasha Stetsenko, Tom Short, Steve Lianoglou, et al. 2019. “Package ‘Data. Table’.” *Extension of ‘Data. Frame* 596. <https://rdatatable.gitlab.io/data.table/>.

Silva, JMC Santos, and Silvana Tenreyro. 2006. “The Log of Gravity.” *The Review of Economics and Statistics* 88 (4): 641–58. <https://doi.org/10.1162/rest.88.4.641>.