

Stephen Redding, Antony J.  
Venables (2004)  
Economic geography and  
international inequality  
Journal of International  
Economics 62 pp.53-82

2014年6月28日

東京大学工学系研究科都市工学専攻 修士一年  
福田峻

# 背景

- 賃金格差についての空間経済の理論

「市場アクセスと供給アクセスが高いと生産性が向上し、高い賃金水準が実現される」

- ところが、実際の統計データから市場アクセスと供給アクセスを知ることは困難

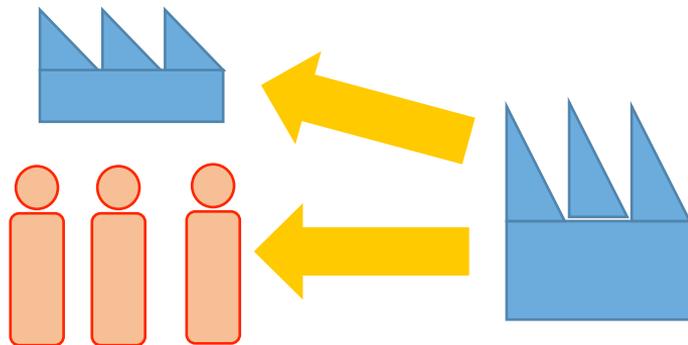
→ 本論文が実証分析の道を切り開く

# 問題関心

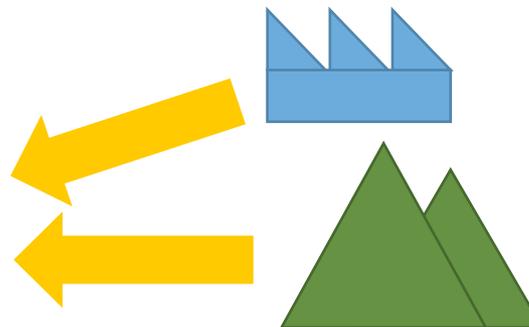
## 一時点の国際的な賃金格差の空間経済モデルによる実証

- 1996年、上位10%の国の所得は下位10%の国の50倍であった。
- 賃金が安い国への生産の移転により解消するとも予想されるが、そうはなっていない。
- いろいろな理由が考えられるが、  
ここでは**地理的位置関係**の影響を考える。

① 商品を売却する先の市場との距離



② 原料や中間財を購入する先の供給者との距離



# 構成

## 1. 導入

## 2. 理論的枠組み

A. 二国間の取引量を距離から説明(交易関数)

B. 企業の利潤を0とした時の賃金(賃金方程式)

C. 供給アクセスと価格の関係(価格指数)

## 3. 経験的枠組み

4. 交易関数の推定

5. 賃金方程式の推定

6. 供給アクセス

7. 経済構造と政策の分析

8. 結論

# 仮定

- $i=1, \dots, R$ の国が存在する世界
- 製造業に着目
- 各工場は収穫逓増、差別化された財を生産
- 生産された財は完成品にも中間財にもなる

# 需要サイド

・ある国における効用についてCES型の関数で示す。

$$U_j = \left[ \sum_i^R \int_{n_i} x_{ij}(z)^{(\sigma-1)/\sigma} dz \right]^{\sigma/(\sigma-1)} = \left[ \sum_i^R n_i x_{ij}^{(\sigma-1)/\sigma} \right]^{\sigma/(\sigma-1)}, \quad \sigma > 1, \quad (1)$$

$U_j$ : 国jにおける効用

$\sigma$ : 代替弾力性

$z$ : 製造業の種類

$n_i$ : 国iにおける製造業の種類の数

$X_{ij}(z)$ : 国jにおける国iで生産された種類zの製品の需要

・(効用)=(各国から供給される財の合計)

利潤ゼロの均衡状態を仮定すると、国jで消費される国iの産品はすべて等量になるので右式が成り立つ。

# 価格指数

$$G_j = \left[ \sum_i^R \int_{n_i} p_{ij}(z)^{1-\sigma} dz \right]^{1/1-\sigma} = \left[ \sum_i^R n_i p_{ij}^{1-\sigma} \right]^{1/1-\sigma} \quad (2)$$

$G_j$ : 国jにおける製造品の価格指数

$\sigma$ : 代替弾力性

$z$ : 製造業の種類

$n_i$ : 国iにおける製造業の種類の数

$X_{ij}(z)$ : 国jにおける国iで生産された種類zの製品の需要

・均衡の場合の価格の対称性(財同士の価格比は一定)から、一つの変数にまとめられる。

$$x_{ij} = p_{ij}^{-\sigma} E_j G_j^{(\sigma-1)}. \quad (3)$$

$E_j$ : 製造業製品に対する総支出

# 利潤

$$\pi_i = \underbrace{\sum_j^R p_{ij} x_{ij} / T_{ij}}_{\text{売上}} - \underbrace{G_i^\alpha w_i^\beta v_i^\gamma c_i [F + x_i]}_{\text{費用}}. \quad (4)$$

## 売上

$T_{ij}$ : 輸送コスト(氷塊輸送)

## 費用

$x_i \equiv \sum_j x_{ij}$ , とする。

$c_i F$ : 固定投入量

$c_i$ : 限界投入量

コブ=ダグラス型の関数形

$\alpha + \beta + \gamma = 1$

$G_i$ : 価格指数(シェア  $\alpha$ )

$W_i$ :  $i$ における移動不能な要素の合計の価格(労働と見做す)(シェア  $\beta$ )

$V_i$ :  $i$ における移動可能な要素の合計の価格(シェア  $\gamma$ )

# 賃金方程式の導出

工場渡し価格を $p_i$ とすると、

$$p_{ij} = p_i T_{ij}$$

限界費用に対し一定の利潤率を仮定すると、

$$p_i = G_i^\alpha w_i^\beta v_i^\gamma c_i \sigma / (\sigma - 1). \quad (5)$$

この時、(4)から

$$\pi_i = (p_i / \sigma) [x_i - (\sigma - 1)F]. \quad (6)$$

$\bar{x} \equiv (\sigma - 1)F$ . とすると、(3)と利潤ゼロ条件より

$$p_i^\sigma \bar{x} = \sum_j^R E_j G_j^{\sigma-1} (T_{ij})^{1-\sigma}. \quad (7)$$

# 中心となる三式

(5)を(7)に代入すると

j国の市場キャパシティ

$$\bar{x}(G_i^\alpha w_i^\beta v_i^\gamma c_i^\sigma / (\sigma - 1))^\sigma = \sum_j^R \boxed{E_j G_j^{\sigma-1}} T_{ij}^{1-\sigma}. \quad (8)$$

↑ B: 賃金方程式

i国の企業が払える賃金額は距離により重みづけされた市場キャパシティの合計の関数

また、(3)の両辺に $n_i p_i$ をかけると

$$\boxed{n_i p_i x_{ij}} = \boxed{n_i p_i^{1-\sigma}} (T_{ij})^{1-\sigma} \boxed{E_j G_j^{\sigma-1}}. \quad (9)$$

i国からj国への輸出価値  
i国の供給キャパシティ

↑ A: 交易関数

i国からj国への輸出価値はi国の供給キャパシティ、j国の市場キャパシティ、距離の関数

さらに、(2)より

$$G_j = \left[ \sum_i \boxed{n_i (p_i T_{ij})^{1-\sigma}} \right]^{1/(1-\sigma)} \text{i国の供給キャパシティ} \quad (10)$$

↑ C: 価格指数

供給アクセスが向上すると価格指数が下がる

# 経験的枠組み

## 3. 経験的枠組み

市場キャパシティ 供給キャパシティ  
 $m_i \equiv E_i G_i^{\sigma-1}$ ,  $s_i \equiv n_i p_i^{1-\sigma}$ ,

と定義すると(9)から (11)

$$n_i p_i x_{ij} = s_i (T_{ij})^{1-\sigma} m_j. \quad \text{A} \quad (12)$$

さらに  
市場アクセス  
 $MA_i = \sum_j E_j G_j^{\sigma-1} T_{ij}^{1-\sigma} = \sum_j (T_{ij})^{1-\sigma} m_j$ ,

供給アクセス  
 $SA_j = \sum_i n_i (p_i T_{ij})^{1-\sigma} = \sum_i s_i (T_{ij})^{1-\sigma}.$  (13)

と定義し、 $A = \sigma \bar{x} / (\sigma - 1)$ とすると、(8)より

$$\begin{aligned} (w_i^\beta v_i^\gamma c_i)^\sigma &= A G_i^{-\alpha\sigma} \sum_j^R E_j G_j^{\sigma-1} T_{ij}^{1-\sigma} = A \left[ \sum_j s_j (T_{ij})^{1-\sigma} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \left[ \sum_j (T_{ij})^{1-\sigma} m_j \right] \\ &= A (SA_j)^{\frac{\alpha\sigma}{\sigma-1}} (MA_i) \quad \text{B} \end{aligned} \quad (14)$$

(10)~(13)より、

$$G_j = [SA_j]^{1/(1-\sigma)}. \quad \text{C} \quad (15)$$

# 国ダミー

$$n_i p_i x_{ij} = s_i (T_{ij})^{1-\sigma} m_j. \quad (12)$$

- 101か国についての世銀のCOMTRADEデータベースを用いる(左辺が分かる)
- $s_i$ (i国の特質に依存)、 $m_j$ (j国の特質に依拠)、 $T_{ij}$ が分かる必要がある
- 国の特質を全部観測することは困難なのでダミーを国ごとに置いてしまう。

$$\ln(X_{ij}) = \theta + \mu_i \text{cty}_i + \lambda_j \text{ptn}_j + \delta_1 \ln(\text{dist}_{ij}) + \delta_2 \text{bord}_{ij} + u_{ij} \quad (16)$$

$\text{cty}_i$ : i国ダミー

$\text{ptn}_j$ : j国ダミー

$X_{ij}$ : (12)の左辺

$\text{dist}_{ij}$ : ij間の輸送コスト

$\text{bord}_{ij}$ : 国境共有ダミー

$u_{ij}$ : 誤差項

$\theta, \mu_i, \lambda_j, \delta_1, \delta_2$ : パラメーター

## 推計結果

	0附近の値 をそのまま 0として	0附近の値 排除	0附近の値 を推計
Table 1 Trade equation (country, partner dummies)			
$\ln(X_{ij})$	(1) <sup>a</sup>	(2) <sup>a</sup>	(3) <sup>b</sup>
Observations	10,100	8079	10,100
Year	1994	1994	1994
$\ln(\text{dist}_{ij})$	-1.538** (0.041)	-1.353** (0.032)	-1.738** (0.043)
$\text{bord}_{ij}$	0.976** (0.195)	1.042** (0.141)	0.917** (0.179)
Country dummies	yes	yes	yes
Partner dummies	yes	yes	yes
Estimation	OLS	OLS	Tobit
$F(\cdot)$	249.63	159.67	—
Prob> $F$	0.000	0.000	—
$R$ -squared	0.789	0.786	—
Root MSE	2.214	1.688	—
Log Likelihood	—	—	-20,306.379
LR $\chi^2$ (206)	—	—	15,231.38
Prob> $\chi^2$	—	—	0.000
Pseudo- $R^2$	—	—	0.273

\*\*5%有意水準を満たす

→以降(3)を採用

# 市場/供給アクセスの構築

- 市場供給アクセスを国内と国外に分けて考える

$$M\hat{A}_i = D\hat{M}A_i + F\hat{M}A_i = (\exp(\text{ptn}_i))^{\hat{\lambda}_i} (T_{ii})^{1-\sigma} + \sum_{j \neq i} (\exp(\text{ptn}_j))^{\hat{\lambda}_j} \text{dist}_{ij}^{\hat{\delta}_1} \text{bord}_{ij}^{\hat{\delta}_2} \quad (17)$$

$$S\hat{A}_j = D\hat{S}A_j + F\hat{S}A_j = (\exp(\text{cty}_j))^{\hat{\mu}_j} (T_{jj})^{1-\sigma} + \sum_{i \neq j} (\exp(\text{cty}_i))^{\hat{\mu}_i} \text{dist}_{ij}^{\hat{\delta}_1} \text{bord}_{ij}^{\hat{\delta}_2} \quad (18)$$

国内のコストに関しては以下の3つの想定

(1) 100km離れた海外と同じ

$DMA_i(1)$ ,  $DSA_i(1)$

(2) 都市を囲む円の円周上の二点間の平均距離

$DMA_i(2)$ ,  $DSA_i(2)$

(3) 国内輸送コストが海外のそれより低い場合

$DMA_i(3)$ ,  $DSA_i(3)$

# 賃金方程式の推定

$$\begin{aligned}
 (w_i^\beta v_i^\gamma c_i)^\sigma &= A G_i^{-\alpha\sigma} \sum_j^R E_j G_j^{\sigma-1} T_{ij}^{1-\sigma} = A \left[ \sum_j s_j (T_{ij})^{1-\sigma} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \left[ \sum_j (T_{ij})^{1-\sigma} m_j \right] \\
 &= A (SA_i)^{\frac{\alpha\sigma}{\sigma-1}} (MA_i) \tag{14}
 \end{aligned}$$

より、

$$\ln w_i = \xi + \varphi_1 \ln SA_i + \varphi_2 \ln MA_i + \eta_i, \tag{19}$$

先の推計値を用いて

$$\ln w_i = \zeta + \varphi_1 \ln \hat{SA}_i + \varphi_2 \ln \hat{MA}_i + \varepsilon_i. \tag{20}$$

$\zeta, \varphi_1, \varphi_2$ はパラメーター

供給アクセスと市場アクセスの間には強い相関があるのでここでは、 $w_i$ の代替値として一人当たりGDPを用いて、一人当たりGDPと市場アクセスの関係を見る。

# 推定結果

## 5. 賃金方程式の推定

Table 2

Market access and GDP per capita

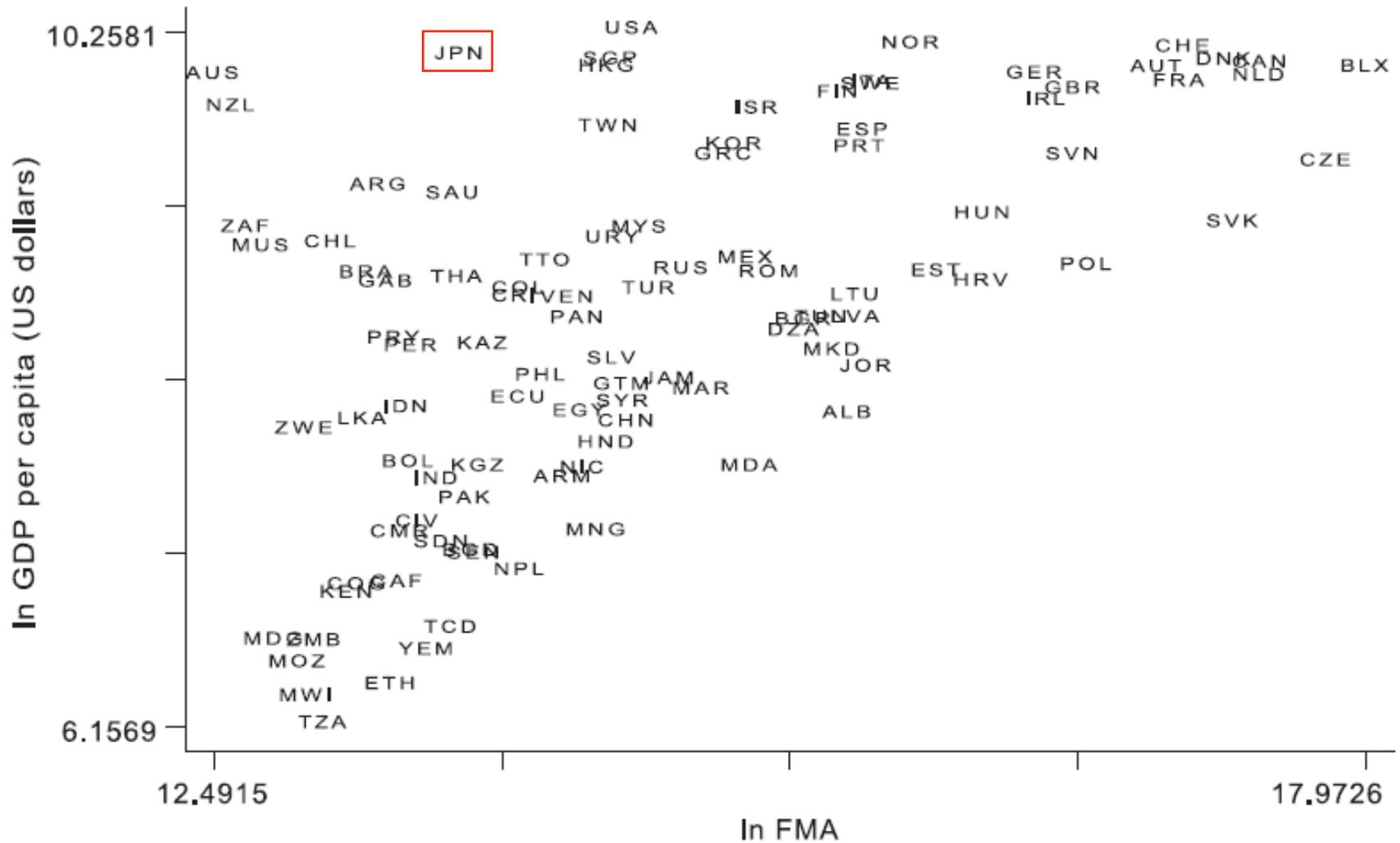
ln(GDP per capita)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Observations	101	101	101	101	101
Year	1996	1996	1996	1996	1996
ln(FMA <sub><i>i</i></sub> )	0.476** (0.066) [0.076]	–	–	–	0.311** (0.062) [0.086]
ln(MA <sub><i>i</i></sub> ) = ln(DMA <sub><i>i</i></sub> (1) + FMA <sub><i>i</i></sub> )	–	0.558** (0.042) [0.064]	–	–	–
ln(MA <sub><i>i</i></sub> ) = ln(DMA <sub><i>i</i></sub> (2) + FMA <sub><i>i</i></sub> )	–	–	0.512** (0.048) [0.072]	–	–
ln(MA <sub><i>i</i></sub> ) = ln(DMA <sub><i>i</i></sub> (3) + FMA <sub><i>i</i></sub> )	–	–	–	0.395** (0.023) [0.035]	–
ln(DMA <sub><i>i</i></sub> (3))	–	–	–	–	0.146** (0.037) [0.057]
Estimation	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS
R <sup>2</sup>	0.346	0.642	0.552	0.732	0.591
F(·)	52.76	174.46	112.09	294.39	48.90
Prob>F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

\*\*5%有意水準を満たす

国内の市場アクセスも含めた場合の方があてはまりがよい

# 推定結果

## 5. 賃金方程式の推定





# 頑健性

- (1)(3) 様々な社会経済指標を導入→なお市場アクセスとの相関が残る
  - (2)(4) 上で導入できなかった社会経済指標の代替として三大中心(米白日)からの距離導入→なお市場アクセスとの相関が残る
  - (5)(6) 地域ダミーを導入→なお市場アクセスとの相関が残る
  - (7) この結果は富裕な国の近くには富裕な国があるという事実を示しているだけではないか？→非OECD諸国のみで計算
  - (8) 非OECD諸国でも富裕な国はたがいに近接する傾向にあるのか？→OECD諸国への市場アクセスのみを用いて計算
- ・製造業所得が分かる85か国について計算しても似たような結果が出た。

## 推定結果

Table 3

Economic geography, physical geography, institutions, and GDP per capita

ln(GDP per capita)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Observations	91	91	91	91	101	101	69	69
Year	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996
ln(FMA <sub><i>t</i></sub> )	0.215** [0.063]	0.229** [0.083]	–		0.148** [0.061]	–	0.269** [0.112]	0.189** [0.096]
ln(MA <sub><i>t</i></sub> = DMA <sub><i>t</i></sub> (3) + FMA <sub><i>t</i></sub> )	–	–	0.307** [0.066]	0.256** [0.124]		0.337** [0.063]		
ln(hydrocarbons per capita)	0.019 [0.015]	0.019 [0.015]	0.018 [0.021]	0.019 [0.024]	–	–	0.026 [0.018]	0.026 [0.018]
ln(arable land area per capita)	–0.050 [0.066]	–0.050 [0.070]	0.161 [0.103]	0.126 [0.136]	–	–	–0.078 [0.085]	–0.107 [0.088]
Number of minerals	0.016** [0.008]	0.016 [0.010]	–0.017 [0.013]	–0.013 [0.015]	–	–	0.015 [0.014]	0.012 [0.014]
Fraction land in geographical tropics	–0.057 [0.239]	–0.041 [0.257]	0.128 [0.293]	0.056 [0.347]	–	–	0.175 [0.294]	0.077 [0.286]
Prevalence of malaria	–1.107** [0.282]	–1.097** [0.284]	–1.008** [0.376]	–1.052** [0.403]	–	–	–1.105** [0.318]	–1.163** [0.325]
Risk of expropriation	–0.445** [0.091]	–0.441** [0.093]	–0.181 [0.129]	–0.236 [0.172]	–	–	–0.361** [0.116]	–0.376** [0.116]
Socialist rule 1950–1995	–0.210 [0.191]	–0.218 [0.192]	–0.050 [0.208]	–0.056 [0.214]	–	–	–0.099 [0.241]	–0.069 [0.248]
External war 1960–1985	–0.052 [0.169]	–0.051 [0.174]	0.001 [0.312]	–0.012 [0.307]	–	–	–0.078 [0.209]	–0.093 [0.210]
Full sample	yes	yes	yes	yes	yes	yes		
Non-OECD							yes	
Non-OECD + OECD FMA								yes
Regional dummies					yes	yes		
Sargan ( <i>p</i> -value)	–	0.980	–	0.721	–	–	–	–
Estimation	OLS	IV	OLS	IV	OLS	OLS	OLS	OLS
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.766	0.766	0.842	0.839	0.688	0.837	0.669	0.654
<i>F</i> (·)	47.77	53.00	59.07	64.76	58.00	67.53	18.23	17.80
Prob> <i>F</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

\*\*5%有意水準を満たす

# 供給アクセスと中間財価格

$$G_j = [SA_j]^{1/(1-\sigma)}. \quad (15)$$

- 価格指数の代替指標として機械・装置の相対価格

外れ値タンザ  
ニアを排除

Table 4  
Supplier access and the relative price of machinery and equipment

In(machinery and equipment relative price)	(1)	(2)	(3)
Observations	46	46	45
Year	1985	1985	1985
In(FSA <sub><i>t</i></sub> )	-0.150** [0.060]	-	-
In(SA <sub><i>t</i></sub> = DSA <sub><i>t</i></sub> (3) + FSA <sub><i>t</i></sub> )	-	-0.070** [0.030]	-0.083** [0.025]
Estimation	OLS	OLS	OLS
R <sup>2</sup>	0.260	0.192	0.283
F(·)	19.31	14.08	30.78
Prob>F	0.000	0.001	0.000

\*\*5%有意水準を満たす

# 供給アクセスと市場アクセス

$$\ln w_i = \zeta + \varphi_1 \ln \hat{S}A_i + \varphi_2 \ln \hat{M}A_i + \varepsilon_i. \quad (20)$$

- (20)には供給アクセスも含まれているので、その影響を計算できる。  
次表(1)(4)
- しかし、相互に密接にかかわっているので弁別が困難

# 供給アクセスと市場アクセス

$$\begin{aligned}
 (w_i^\beta v_i^\gamma c_i)^\sigma &= A G_i^{-\alpha\sigma} \sum_j^R E_j G_j^{\sigma-1} T_{ij}^{1-\sigma} = A \left[ \sum_j s_j (T_{ij})^{1-\sigma} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \left[ \sum_j (T_{ij})^{1-\sigma} m_j \right] \\
 &= A (\hat{S}A_i)^{\frac{\alpha\sigma}{\sigma-1}} (\hat{M}A_i)
 \end{aligned} \tag{14}$$

$$\ln w_i = \zeta + \varphi_1 \ln \hat{S}A_i + \varphi_2 \ln \hat{M}A_i + \varepsilon_i. \tag{20}$$

より、

$$\varphi_1 = \frac{\alpha}{\beta(\sigma-1)}, \quad \varphi_2 = \frac{1}{\beta\sigma}, \quad \text{implying } \varphi_1 = \varphi_2 \alpha \sigma / (\sigma-1) \tag{21}$$

$\alpha$ と $\sigma$ の値を固定してやると $\varphi_1$ と $\varphi_2$ の関係は線形になる。  
このことを利用して、(20)のパラメータを求める

## 推定結果

	そのま ま計算	分割して計算		そのま ま計算	分割して計算	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln(GDP per capita)						
Observations	101	101	91	101	101	91
Year	1996	1996	1996	1996	1996	1996
$\alpha$		0.5	0.5		0.5	0.5
$\sigma$		10	10		10	10
ln(FMA <sub>i</sub> )	–	0.320	0.143	–	–	–
ln(FSA <sub>i</sub> )	0.532**	0.178**	0.080**	–	–	–
	[0.114]	[0.039]	[0.039]			
ln(MA <sub>i</sub> ) = ln(DMA <sub>i</sub> (3) + FMA <sub>i</sub> )	–	–	–	–	0.251	0.202
ln(SA <sub>i</sub> ) = ln(DSA <sub>i</sub> (3) + FSA <sub>i</sub> )	–	–	–	0.368**	0.139**	0.112**
				[0.034]	[0.012]	[0.022]
Control variables	no	no	yes	no	no	yes
Estimation	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS
R <sup>2</sup>	0.377	0.360	0.765	0.696	0.732	0.848
F(·)	57.05	54.56	47.21	250.07	285.69	60.40
Prob>F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

$\alpha$	0.4	0.5	0.6
$\sigma = 6$	0.495 ( $\varphi_2 = 0.337$ )	0.531 ( $\varphi_2 = 0.314$ )	0.569 ( $\varphi_2 = 0.293$ )
$\sigma = 8$	0.364 ( $\varphi_2 = 0.343$ )	0.393 ( $\varphi_2 = 0.318$ )	0.417 ( $\varphi_2 = 0.300$ )
$\sigma = 10$	0.291 ( $\varphi_2 = 0.344$ )	0.308 ( $\varphi_2 = 0.325$ )	0.330 ( $\varphi_2 = 0.303$ )

- ・分割した場合の方が係数が小さい
- ・材料となる財の購入費用が総費用に占める割合が高いほど、代替弾力性が小さいほど、供給アクセスの影響が大きくなる

# 経済構造と政策の分析

- ここまでダミーで処理してきた国の特徴を可視化する

$$\ln(X_{ij}) = \theta + \mu \ln(Y_i) + \lambda \ln(Y_j) + \delta_1 \ln(\text{dist}_{ij}) + \delta_2 (\text{bord}_{ij}) + \delta_3 \text{isl}_i + \delta_4 \text{isl}_j + \delta_5 \text{llock}_i + \delta_6 \text{llock}_j + \delta_7 \text{open}_i + \delta_8 \text{open}_j + u_{ij}. \quad (22)$$

$Y_i$ : i国の一人当たりGDP

$\text{dist}_{ij}$ : iとjの首都の間の距離

$\text{llock}_i$ : i国が内陸国であるか

$\text{isl}_i$ : i国が島国であるか

$\text{open}_i$ : i国が自由貿易政策をとっているか

- もし状況が変化したら一人当たりGDPどのくらい変化するか、5つの国の事例

	(1) Access to coast	(2) Loss of island status	(3) Become open	(4) Distance (Central Europe)	(5) Distance (50% closer to all partners)
Australia		7.34			27.06
Sri Lanka		7.34	20.66	67.40	27.06
Zimbabwe	24.03		27.65	79.74	27.06
Paraguay	24.03		25.28	58.29	27.06
Hungary	24.03		26.46		27.06

# 結論

- 国の固有要素にダミーを入れることで、地理的な位置による国の所得格差を実証的に示した。
- この結果は様々なコントロール値を導入した上でもなお強く支持される頑健性を有するものであった。