

内閣府経済社会総合研究所 経済理論研修「経済成長論」講義ノート3

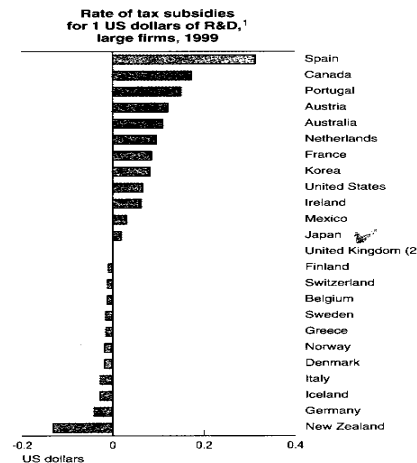
4. イノベーションに関する理論的・実証的研究

(1) 現実のR&Dは社会的に最適なレベルか？

実証的な結論：現実のR&D < 最適値

=> R&Dを促進させるような政策を正当化

OECD (2001)



Jones and Williams (1998): 内生成長理論とそれまでの実証研究の橋渡し

理論的考察

$$Y_t = A_t^\sigma K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}, \quad A_{t+1} - A_t = G(R_t, A_t) = \delta R_t^\lambda A_t^\phi / (1 + \psi)$$

Social rate of return to R&D (= \tilde{r})

定常状態にあるが、 t 期に R を 1 単位増やし、 $t+1$ 期には R を減らして、 $t+2$ 期からは A が定常状態レベルに戻るようにした時、 $t+1$ 期に増加した消費量

$$\Rightarrow 1 + \tilde{r} = \left(\frac{\partial G}{\partial R} \right)_t \left(\frac{\partial Y}{\partial A} \right)_{t+1} + (R_{t+1} - R_{t+1}^*)$$

$$\Rightarrow \tilde{r}(s) = \lambda \sigma g_A / s + \phi g_A + (g_Y - g_A)$$

$$s = R/Y, \quad g_A = \dot{A}/A, \quad g_Y = \dot{Y}/Y \text{ in the steady state}$$

Jones and Williams (2000):

市場均衡の R&D ≠ 社会的に最適レベルとなる 4 つの原因

1. 発明によって生じる消費者余剰 < 発明者の受ける独占の利益
2. Knowledge spillovers による外部性 (standing on shoulders effect)
3. Creative destruction => 新発明は過去の発明者の利益を奪う
4. 発明の duplication による外部性 (stepping on toes effect)

$$\dot{A} = \delta R^\lambda A^\phi / (1 + \psi) \quad R = \text{R\&D 投資量} \quad A = \text{知識量・技術レベル}$$

1, 2 によって発明のインセンティブ => 市場均衡の R&D < 最適値

3, 4 によって発明のインセンティブ => 市場均衡の R&D > 最適値

カリブレーションの結果

3 の影響がよほど強くなければ ($\lambda < 0.25$ なら)、市場均衡の R&D < 最適値

これまでの実証研究

Social rate of return to R&D = R&D ストックの限界生産物 (= \tilde{r}^{PL})

$$Y = e^{\mu t} Z^\xi K^\alpha L^{1-\alpha}, \quad \dot{Z} = R \Rightarrow \tilde{r}^{PL} = \partial Y / \partial Z = \xi Y / Z$$

$$TFP = Y / (K^\alpha L^{1-\alpha}) = e^{\mu t} Z^\xi \Rightarrow \dot{TFP} / TFP = \mu + \xi \dot{Z} / Z = \mu + \tilde{r}^{PL} (R/Y)$$

Industry-level regression: $\Delta \log TFP = \mu + \tilde{r}^{PL} (R/Y) + \varepsilon$

=> \tilde{r}^{PL} の推計値 = 30% > private return (7%) (Griliches (1994) など)

理論と実証の融合

$$\tilde{r}(s) = \tilde{r}^{PL} + (1 - \lambda) g_Y > \tilde{r}^{PL}$$

=> これまでの実証研究の \tilde{r}^{PL} は、真の social rate of return よりも小

=> social rate of return to R&D >> private return

(2) イノベーションの制度的側面

Gallini (2002): 特許権についてのサーベイ

1. 最近の特許権の強化傾向(日本については後藤・長岡(2003)を参照)

裁判における特許権保護の強化

保護期間の長期化: 20年

保護範囲の拡大: ビジネス特許・ソフトウェア・バイオ

5

3. 特許権の強化は情報開示を促進するか

特許のもう一つの役割: 情報開示によって知識の伝播を促進

理論: 情報開示 => 発明された知識を製品化する可能性

=> 発明数が少なくなっても、厚生

実証: 特許権強化 => 発明のうち特許申請する率

4. 特許権の強化は技術移転を促進するか

技術移転: 発明の使用を許可するライセンス契約

理論的にも実証的にも特許権の強化 => ライセンス

理由 1. 発明家の交渉力

2. vertical specialization (R&D と生産の分離)

7

2. 特許権の強化はイノベーションを促進するか

理論

単純な内生成長モデルでは Yes だが、必ずしもそうではない

理由 1. 過去の発明家が現在の発明家から訴えられる可能性

2. 保護範囲が広がると、1つの製品が多くの特許に係る
(tragedy of anti-commons)

実証

特許権の強化は必ずしも特許数の増加に寄与していない

Kortum and Lerner (1998): アメリカの 1990 年代の政策と特許数

Sakakibara and Branstetter (2001): 日本の 1988 年の特許政策変更

Lerner (2002): 60 カ国の 150 年間にわたる歴史 => 逆 U 字

6

5. 知識の伝播 (knowledge diffusion) に関する実証研究

(1) 国内の伝播

ローマーモデルの仮定: 発明された知識は瞬時に経済全体に伝播する

現実には?

Jaffe, Trajtenberg, and Henderson (1993)

Geographic localization of knowledge spillovers に関する実証

アメリカの特許の引用データを利用した手法

特許 A が特許 B を引用 => A と B は地理的に近い傾向にあるか?

A と同じ技術分野にあり、A と申請時期がもっとも近い特許 C をピックアップ

=> B と C が、B と A よりも地理的に近い傾向にあれば geographic localization

8

TABLE III
GEOGRAPHIC MATCHING FRACTIONS

	1975 Originating cohort			1980 Originating cohort		
	University	Top corporate	Other corporate	University	Top corporate	Other corporate
Number of citations	1759	1235	1050	2046	1614	1210
	Matching by country					
Overall citation matching percentage	68.3	68.7	71.7	71.4	74.6	73.0
Citations excluding self-cites	66.5	62.9	69.5	69.3	68.9	70.4
Controls	62.8	63.1	66.3	58.5	60.0	59.6
t-statistic	2.28	-0.1	1.61	7.24	5.31	5.59
	Matching by state					
Overall citation matching percentage	10.4	18.9	15.4	16.3	27.3	18.4
Citations excluding self-cites	6.0	6.8	10.7	10.5	13.6	11.3
Controls	2.9	6.8	6.4	4.1	7.0	5.2
t-statistic	4.55	0.09	3.50	7.90	6.28	5.51
	Matching by SMSA					
Overall citation matching percentage	8.6	16.9	13.3	12.6	21.9	14.3
Citations excluding self-cites	4.3	4.5	8.7	6.9	8.8	7.0
Controls	1.0	1.3	1.2	1.1	3.6	2.3
t-statistic	6.43	4.80	8.24	9.57	6.28	5.52

Number of citations is less than in Table I because of missing geographic data for some patents. The t-statistic tests equality of the citation proportion excluding self-cites and the control proportion. See text for details.

引用された特許と引用した特許が

地理的にマッチする割合 (%)

Citations excluding self-cites

(上の例で A と B)

> Controls (B と C)

=> 知識の伝播は地理的に制約

Zucker, Darby, and Armstrong (1998)

カリフォルニアのバイオ産業の企業レベルデータ

被説明変数: 開発中の製品数・商品化された製品数・雇用数の変化

説明変数: その企業の研究者と大学の“star”研究者との共著の論文数 (+)

大学の“star”研究者のそれ以外の論文数 (有意でない)

=> 研究者同士の直接的なコミュニケーションが knowledge diffusion に重要

注意: knowledge diffusion (spillovers)

≠ ある技術を内包する製品の普及 (technology adoption)

アメリカにおけるトラクターの普及の速度は非常に遅かった (Olmstead and

Rhode (2000))が、これは価格や質のため (Manuelli and Seshadri (2003))

9

10

(2) 国外への伝播

Eaton and Kortum (1995): 国際的な知識の伝播は先進国にとっても重要

Multicountry endogenous growth model with knowledge diffusion

$$\dot{\mu}_{nt} = J^{-1} \sum_{i=1}^N \varepsilon_{ni} \int_{-\infty}^t e^{-\varepsilon_{ni}(t-s)} \alpha_{is} s_{is}^{\beta} L_{is} ds$$

μ_{nt} = knowledge stock of country n at time t , s = share of researchers,

L_{is} = population of country i at time s , ε_{ni} = speed of diffusion from n to i

$$\Rightarrow g = \frac{\alpha}{J} \sum_{i=1}^N \frac{\varepsilon_{ni}}{\varepsilon_{ni} + g} \frac{\mu_i}{\mu_n} s_i^{\beta} \tilde{L}_i$$

カリブレーション結果

日本の技術進歩の 70% は国外からの知識の伝播による

TABLE 5
GROWTH DECOMPOSITION

Fraction of Productivity Growth in	Due to Research Performed in				
	Germany	France	U.K.	Japan	U.S.
Germany	0.16 (0.02)	0.08 (0.01)	0.07 (0.01)	0.27 (0.02)	0.42 (0.04)
France	0.13 (0.01)	0.11 (0.02)	0.07 (0.01)	0.26 (0.02)	0.42 (0.04)
U.K.	0.15 (0.02)	0.07 (0.01)	0.13 (0.02)	0.32 (0.04)	0.33 (0.06)
Japan	0.14 (0.02)	0.07 (0.01)	0.07 (0.01)	0.35 (0.05)	0.36 (0.05)
U.S.	0.10 (0.01)	0.05 (0.02)	0.05 (0.01)	0.20 (0.03)	0.60 (0.06)

NOTE: Rows may not sum to 1 due to rounding. Numbers in parentheses are approximate standard errors.

11

Keller (2002)

OECD(14 カ国)の国別・産業別データでの実証分析

$$\ln F_{cit} = (\ln Z_{cit} - \overline{\ln Z_{ct}}) - \bar{\sigma}_{cit} (\ln L_{cit} - \overline{\ln L_{ct}}) - (1 - \bar{\sigma}_{cit}) (\ln K_{cit} - \overline{\ln K_{ct}})$$

F = TFP index, Z = value added, c = country, i = industry, \bar{x} = x の平均

$$\text{回帰式: } \ln F_{cit} = \alpha_{ci} + \alpha_i + \beta \ln \left[S_{cit} + \sum_{g \neq c} \gamma S_{git} e^{-\delta D_{cg}} \right] + \varepsilon_{cit}$$

S_{cit} = R&D stock in industry i in country c at time t , D_{cg} = distance

結果: γ = 正で有意, δ = 0.12-0.20 (有意) => half-distance = 1200km

Keller (2001)

G7 のデータで $S_{git} e^{-\delta D_{cg} + \tau M_{cg}}$ (M は貿易、海外直接投資、言語の同質性を表す)

=> すべてが正で有意

12

Caselli and Coleman II (2001)

コンピュータの普及についてのクロスカントリー分析

被説明変数: コンピュータの輸入量(≈ コンピュータの使用量と仮定)

説明変数: 知的財産保護の度合い(正で有意)

英語を話す割合(有意でない)

OECD からの工業品輸入量(正で有意)

OECD 以外の国からの輸入量(有意でない)

ちなみに Hall and Jones (1999) の実証結果では

国際的言語を話す国民の割合 => TFP レベル

13

結論: 国境を越えた知識の伝播は技術進歩にとって重要だが、そう簡単ではない

=> その手段は?

Coe and Helpman (1995): 貿易

22 カ国 20 年間のデータ: $\ln F_{it} = \alpha^0 + \alpha^d \ln S_{it}^d + \alpha^f \ln S_{it}^f$

$F = \text{TFP}$, $S^d = \text{自国の R\&D ストック}$

$S^f = S_i^f = \sum_{j \neq i} m_{ij} S_j$, $m_{ij} = j \text{国から } i \text{国への輸入量} / i \text{国への全輸入量}$

$\alpha^d = \text{正で有意}$, $\alpha^f = \text{正で有意} \Rightarrow \text{貿易によって knowledge spillovers}$

ただし, Keller (1998): ランダムなウェイトを使っても α^f が正で有意

ちなみに貿易と成長に関する実証結果は明白でない

Rodriguez and Rodrik (2000) を参照

15

Branstetter (2001)

日本とアメリカの他社の R&D 活動が日本企業の生み出す特許数に与える影響

$$\ln P_{it} = \beta \ln R_{it} + \gamma_1 \ln K_{dit} + \gamma_2 \ln K_{fit} + \sum_{c=1}^k \delta_c D_{ic} + \mu_{it}$$

$P = \text{企業 } i \text{ が } t \text{ 年に得た特許数}$, $R = \text{企業 } i \text{ の R\&D 投資額}$, $D = \text{技術ダミー}$

$$K_{dit} = \sum_{j \neq i} P_{ij} R_{djt} \quad (\text{ウェイト付けした日本での R\&D 投資の合計})$$

$$K_{fit} = \sum_{j \neq i} P_{ij} R_{fjt} \quad (\text{ウェイト付けしたアメリカでの R\&D 投資の合計})$$

$$P_{ij} = \frac{F_i F_j'}{[(F_i F_i')(F_j F_j')]^{1/2}}, \quad F_i = (f_{i1}, f_{i2}, \dots, f_{ik}) \quad k = \text{技術分野の数}$$

Fixed-effects, random-effects, negative-binomial の結果

$\gamma_1 = \text{正で有意}$, $\gamma_2 = \text{有意でない} \Rightarrow \text{intranational knowledge spillovers}$

14

Branstetter (2000): 海外直接投資(FDI)

企業レベルの特許引用データ

$$\ln C_{jit} = \beta_0 + \beta_1 \ln P_{it} + \beta_2 FDI_{it} + \beta_3 \ln R_{it} + \sum_t \alpha_t T_t + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

$C = \text{日本企業 } i \text{ がアメリカで申請した特許に引用されているアメリカの特許数}$

$P = \text{日本企業 } i \text{ がアメリカで申請した特許数}$

$FDI = i \text{ におけるアメリカ資本のシェア}$, $R = i \text{ における R\&D 支出}$

結果: $\beta_2 = \text{正で有意} \Rightarrow \text{FDI が knowledge spillovers を促進}$

Branstetter and Nakamura (2003)

同様の枠組みで アメリカ企業との提携 => 特許取得数

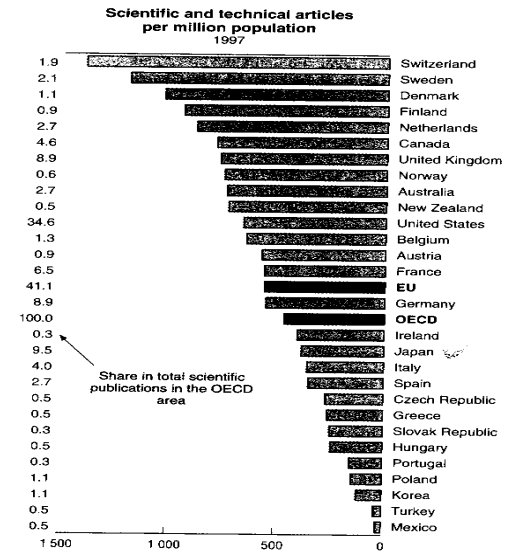
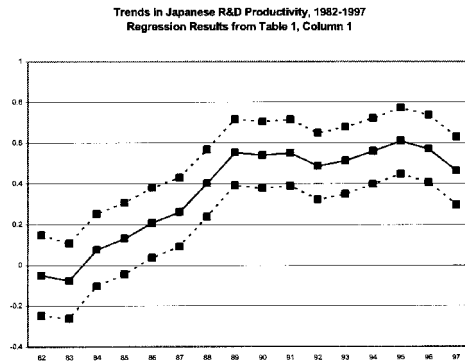
16

(3) Knowledge diffusion から見た日本経済の現状と提言

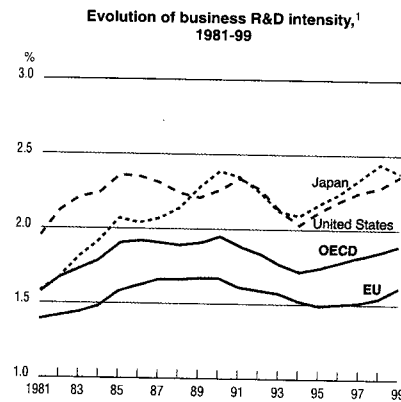
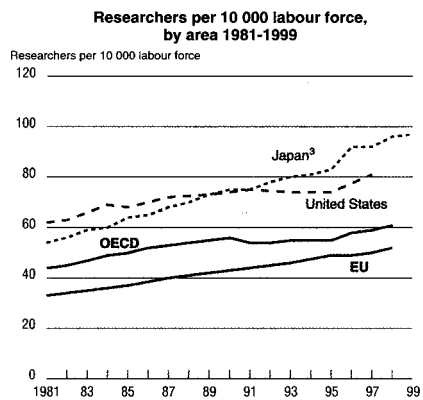
日本の R&D 部門の生産性は停滞 (Branstetter and Nakamura (2003))

($\ln P_{it} = \beta \ln R_{it} + \sum_t \gamma_t T_t + \sum_t \delta_t D_{it} + \mu_{it}$ における year dummy で判断)

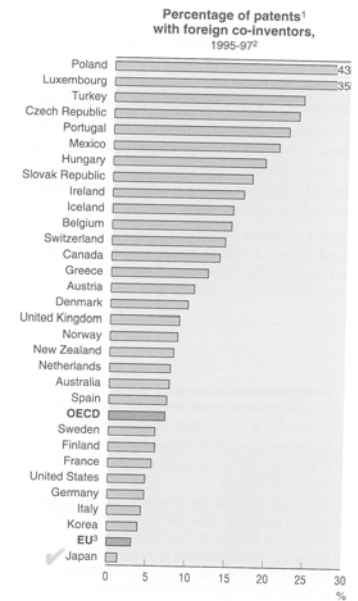
Figure 5

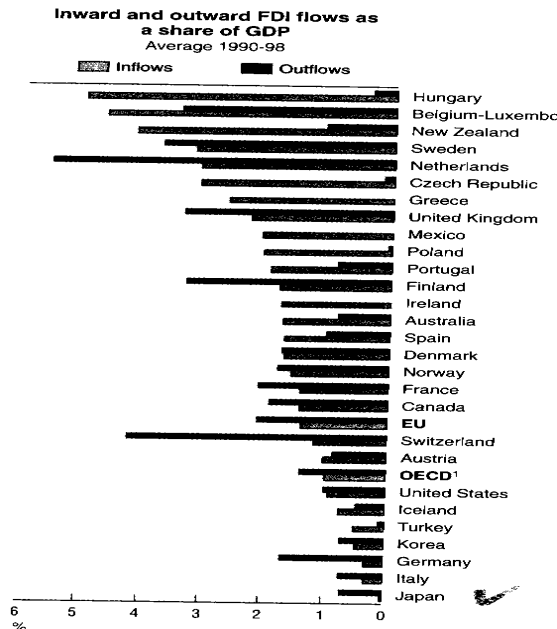


しかし R&D 投資量は十分



知識の流入が不足？





以上4ページの図は
OECD (2001)

参考文献

後藤晃・長岡貞男編 『知的財産制度とイノベーション』 2003年, 東京大学出版会。

Branstetter, Lee. 2000. "Is Foreign Direct Investment a Channel of Knowledge Spillovers? Evidence from Japan's FDI in the United States." *NBER Working Paper*, No. 8015.

Branstetter, Lee. 2001. "Are Knowledge Spillovers International or Intranational in Scope? Microeconomic Evidence from the U.S. and Japan." *Journal of International Economics*, 53:1, pp. 53-79.

Branstetter, Lee and Yoshiaki Nakamura. 2003. "Is Japan's Innovative Capacity in Decline?" *NBER Working Paper*, No. 9438.

Caselli, Francesco and Wilbur J. Coleman II. 2001. "Cross-Country Technology Diffusion: The Case of Computers." *American Economic Review*, 91:2.

Coe, David T. and Elhanan Helpman. 1995. "International R&D Spillovers." *European Economic Review*, 39, pp. 859-87.

Eaton, Jonathan and Samuel Kortum. 1995. "International Technology Diffusion: Theory and Measurement." *International Economic Review*, 40(3), pp. 537-70.

Gallini, Nancy T. 2002. "The Economics of Patents: Lessons from Recent U.S. Patent Reform." *Journal of Economic Perspectives*, 16:2, pp. 131-54.

Griliches, Zvi. 1994. "Productivity, R&D, and the Data Constraint." *American Economic Review*, 84(1), pp. 1-23.

Hall, Robert E. and Charles I. Jones. 1999. "Why Do Some Countries Produce So Much More Output per Worker than Others?" *Quarterly Journal of Economics*, 114, pp. 83-116.

Jaffe, Adam B., Manuel Trajtenberg, and Rebecca Henderson. 1993. "Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations." *Quarterly Journal of Economics*, 108(3), pp. 577-98.

Jones, Charles I. and John C. Williams. 1998. "Measuring the Social Return to R&D." *Quarterly Journal of Economics*, 113, pp. 1119-35.

Jones, Charles I. and John C. Williams. 2000. "Too Much of a Good Thing? The Economics of Investment in R&D." *Journal of Economic Growth*, 5, pp. 65-85.

Keller, Wolfgang. 1998. "Are International R&D Spillovers Trade-Related?: Analyzing Spillovers among Randomly Matched Trade Partners." *European Economic Review*, 42, pp. 1469-81.

Keller, Wolfgang. 2001. "The Geography and Channels of Diffusion at the World's Technology Frontier." *NBER Working Paper*, No. 8150.

Keller, Wolfgang. 2002. "Geographic Localization of International Technology Diffusion." *American Economic Review*, 92:1, pp. 120-42.

Kortum, Samuel and Josh Lerner. 1998. "Stronger Protection or Technological Revolution: What is Behind the Recent Surge in Patenting?" *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 48.

Lerner, Josh. 2002. "150 Years of Patent Protection." *American Economic Review*, 92:2, pp. 221-25.

Manuelli, Rodolfo and Ananth Seshadri. 2003. "Frictionless Technology Diffusion: The Case of Tractors." *NBER Working Paper 9604*, No.

OECD. 2001. *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard*. Paris: OECD.

Olmstead, Alan L. and Paul W. Rhode. 2000. "The Diffusion of the Tractor in American Agriculture: 1910-60." *NBER Working Paper 7947*, No.

Rodriguez, Francisco and Dani Rodrik. 2000. "Trade Policy and Economic Growth: A Skeptic's Guide to the Cross-National Evidence," in *NBER Macroeconomic Annual 2000*. Ben Bernanke and Kenneth S. Rogoff eds. Cambridge: The MIT Press.

Sakakibara, Mariko and Lee Branstetter. 2001. "Do Stronger Patents Induce More Innovation? Evidence from the 1998 Japanese Patent Law Reforms." *Rand Journal of Economics*, 32:1, pp. 77-100.

Zucker, Lynne G., Michael R. Darby, and Jeff Armstrong. 1998. "Intellectual Capital and the Firm: The Technology of Geographically Localized Knowledge Spillovers." *Economic Inquiry*, 36.