

1L16 中国のPCの開発・普及軌道におけるイノベーション機能の高度化ダイナミズムの分析

○北 真収, 渡辺千仞 (東工大社会理工学)

1. 序

情報化の進展の中で、中国の ICT とりわけ PC の躍進は群を抜いている。1993 年には保有台数で世界第 16 位にとどまっていたが、2001 年には米、日、独に次ぐ第 4 位に躍進し、その間の平均増加率は、42.9%と世界最高の勢いを示している。

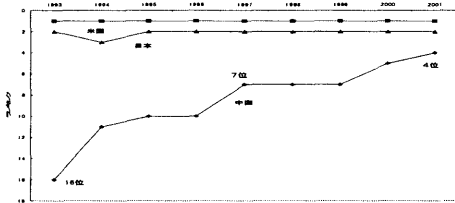


図 1-1. 中国の PC 保有台数の世界ランキング (1993-2001).

資料: World Information Technology and Services Alliance.

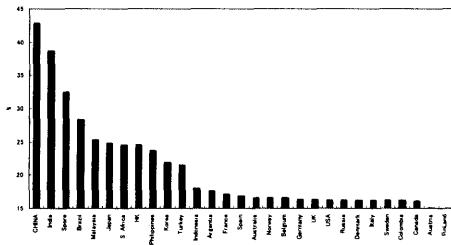


図 1-2. PC 保有台数の増加率の国際比較 (1993-2001).

資料: World Information Technology and Services Alliance.

このような量的急伸は、同時に質の面での向上をもたらし、1997 年には、販売台数で外国ブランド製品を凌駕し、2004 年には、中国 PC メーカー最大手の联想が IBM の PC 部門を買収し、その世界シェアは現在の 2% (世界第 9 位) から一挙に 7.2% (世界第 3 位) に躍進する。

本稿は中国の PC に見られるイノベーション機能の高度化ダイナミズムに注目し、新たなインスティテューショナル・イノベーションへの示唆を試みる。

2. PC の開発・普及軌道

2.1 PC 価格の推移

中国の PC 実質価格は一貫して急激に低下、日本の価格低

下より激しい。日本も一貫して低下傾向を示すが 1990 年代半ば以降は高原状態。非活性化状態に入った日本に比べて、中国の PC 開発・導入は活性化している。

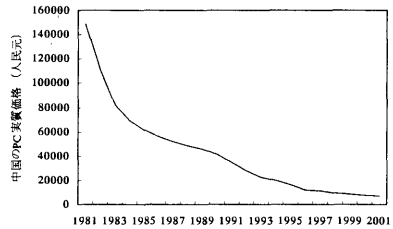


図 2-1 中国の PC 実質価格の推移 (1981-2001).

2.2 PC の動的学習係数

PC 実質価格を用いて次式により動的学習係数 (λ) を計測

$$\ln P = \ln B - \lambda(t) \ln PC_T + dD_{81} = \ln B - \sum_{t=81}^T b_t t^i \ln PC_T + dD_{81} \quad (2-1)$$

中国の PC の動的学習係数

表 2-1 中国の PC の動的学習係数比較 (1981-2002)

	lnB	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	d	adj. R ²	DW	AIC
n = 3	11.79 (3.37)	0.37 (3.63)	-0.029 (-1.70)	3.2*10 ⁻³ (2.79)	-8.7*10 ⁻⁵ (3.35)			0.30 (3.37)	0.996	1.38	-51.79
n = 4	12.01 (122.99)	0.84 (5.35)	-0.17 (-3.98)	0.020 (4.07)	-3.3*10 ⁻⁴ (-3.82)	1.5*10 ⁻⁵ (3.47)		0.27 (3.93)	0.997	2.03	-62.76
n = 5	11.89 (85.61)	0.50 (1.48)	0.033 (0.26)	-3.3*10 ⁻³ (0.15)	-9.5*10 ⁻⁴ (-0.56)	6.7*10 ⁻⁵ (0.88)	1.0*10 ⁻⁶ (1.12)	0.25 (3.85)	0.997	1.29	-62.65

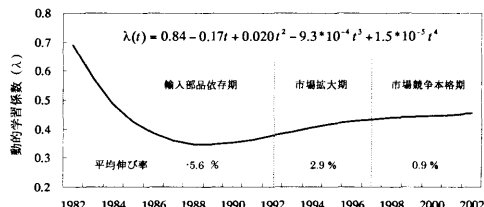


図 2-2. 中国の PC の動的学習係数の推移 (1982-2002).

中国の PC の動的学習係数は、①1980 年代末を底に、1990 年代に入ってなだらかに上昇、②スピルオーバー効果が、1990 年前後を境に減少し始める (図 2-3) の軌を一にするようにして上昇を示す。日本の場合は、中国より高い値を示すが、一貫して下降傾向にある。つまり、市場拡大期においては輸入部品に体化したスピルオーバー技術の享受から、市場学習を通じた技術進歩に移行している。

2.3 PC 部品輸入および外国製品との競争に伴う価格変化

PC 価格の変化には、市場学習 $\lambda(t)$ 、部品の輸入に伴う技術スピルオーバー効果 $\delta(t)$ 、外国ブランド製品との価格競争の影響 $D(t)$ が含まれる。

$$\ln P = \ln C - \lambda(t) \ln PC + \delta(t) \ln IM + cD(t) \quad (2-2)$$

$\delta(t)$ は価格の輸入部品弾性値を、 c は係数を示す。

$$\ln P + \lambda(t) \ln PC = \ln C + \delta(t) \ln IM + cD(t)$$

$$\ln P + \lambda(t) \ln PC = \ln C + \delta(t) \ln IM + cD(t)$$

$$= \ln C + \sum_{i=0}^n c_i t^i \ln IM + cD(t) \quad (2-3)$$

外国製品との価格競争関数 $D(t)$ として次の関数を考える。

$$D(t) = \frac{1}{1 + e^{-at-b}} \quad (2-4)$$

表 2-2 価格の輸入部品弾性値関数および価格競争関数の決定

$-b/a = 10, \delta(16) \geq 0 \Rightarrow n = 5, a = 0.9, b = -0.9$

$$\ln P + \lambda(t) \ln PC = \ln C + \sum_{i=0}^n c_i t^i \ln IM + cD(t) + dD_{01}, \quad D(t) = \frac{1}{1 + e^{-a \cdot t - b}}, \quad D_{01} = 1 - D(t) \quad (1981-1992, 1993-1997, 1998)$$

n	$\ln C$	a	b	c_0	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c	d	$adj R^2$	DW	AIC
5	12.00 (514.54)	-0.45 (7.98)	0.38 (6.04)	-0.099 (-1.54)	9.8*10 ⁻³ (5.24)	-4.0*10 ⁻³ (-5.02)	0.0*10 ⁻³ (4.83)	0.0*10 ⁻³ (4.43)	0.03 (3.88)	-0.13	0.971	2.71	86.5	
9	12.01 (514.90)	-0.45 (8.17)	0.38 (6.22)	-0.099 (-1.70)	9.8*10 ⁻³ (5.40)	-4.0*10 ⁻³ (-5.17)	6.0*10 ⁻³ (4.96)	6.0*10 ⁻³ (4.89)	0.56 (4.89)	-0.15	0.973	2.72	86.37	
0	12.02 (594.40)	-0.45 (8.16)	0.39 (6.22)	-0.098 (-1.69)	9.4*10 ⁻³ (5.36)	3.9*10 ⁻³ (5.18)	5.8*10 ⁻³ (4.96)	0.62 (4.86)	12.80	-0.13	0.973	2.65	86.32	

輸入部品による技術スピルオーバー効果は 1990 年前後がピーク、1980 年代後半を中心にフルに享受してきたが、1996 年、1997 年を境に輸入部品による技術スピルオーバー効果が実態上消滅。これは、輸入部品依存期においては、中国の PC は輸入部品に体化したスピルオーバー技術をフルに享受しつつ技術進歩したことを示す。

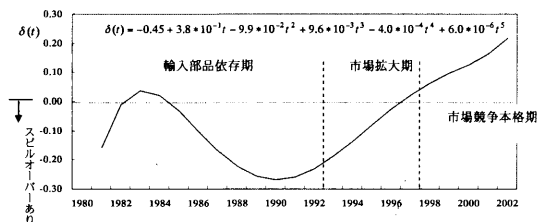


図 2-3. 中国の PC に与える輸入部品による技術スピルオーバー効果の推移 (1981-2002)。

2.4 PC 機能の高度化

(1) GDP の PC 弾性値とイノベーション機能の高度化

$$V = A \cdot PC^\eta(t) = A \cdot PC \sum_{i=0}^n a_i t^i \quad (2-5)$$

V : 1人当り実質 GDP (単位: 元)

PC : 1000 人当り PC 保有台数 (単位: 台)

ただし、 $\sum_{i=0}^n a_i \geq 0$ 、 A はスケール係数

次式より実際の軌道を表す t の次元 n を決定する。

$$\ln V = \ln A + \eta(t) \ln PC + bD_{01} = \ln A + \sum_{i=0}^n a_i t^i \ln PC + bD_{01} \quad (2-6)$$

$n = 4$ の場合に統計的有意性が最も高いので、弾性値は

$$\eta(t) = 0.23 + 0.02\alpha - 6.9 \cdot 10^{-3} t^2 + 5.3 \cdot 10^{-4} t^3 + 1.2 \cdot 10^{-5} t^4$$

弾性値は、図 2-4 に示すが 1992 年 (輸入部品依存期末) をピークに一旦下落 (スピルオーバー技術依存から市場学習にシフト)、1998 年 (市場競争本格期スタート) から回復し上昇に転じる。

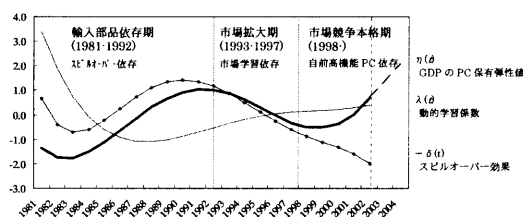


図 2-4. 中国の GDP の PC 保有台数弾性値とその支配要因の推移 (1981-2002)。

外国メーカーにも迫る高機能化の段階に移り、図 2-5 の通り GDP の PC 弾性値が上昇。GDP の PC 弾性値は PC の高機能性を表わす。

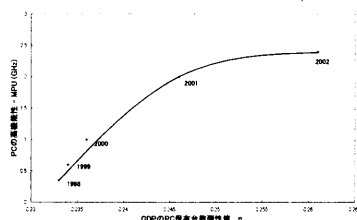


図 2-5. 市場競争本格期における中国 PC の GDP の PC 保有台数弾性値と高機能性の相関 (1998-2002)。

中国の GDP の PC 保有弾性値 (0.252) は、PC 開発・導入途上 15 カ国中トップ。これは、市場競争本格期に入り、普及拡大を通じた市場学習から外国製品へのキャッチアップを視座に入れた本格的な高機能化への段階に移行したことを示す。

(2) 外国製品へのキャッチアップを視座に入れた本格的な高機能化

- ① 外国ブランド製品へのキャッチアップを示す価格競争関数 (図 2-6) は価格競争効果によって PC の高機能化に作用、同時に、内外価格差の縮小に貢献 (市場競争本格期)
- ② 国内ブランド製品は本格的な高機能製品化、外国ブランド製品は本格的な市場競争へ対応 (市場価格の設定)
- ③ 国内・外国の両者相まって、市場競争本格化の好循環を形成

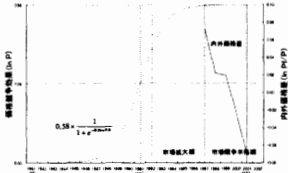


図 2-6. 価格競争関数による内外価格差縮小効果の推移 (1981-2002).

3. PC 開発・導入の活性度, インスティテューショナルな背景構造

3.1 PC 開発・導入の活性度

- ① 図 3-1 に示すように, 中国の PC 開発導入軌道は 2004 年 1 月に変曲点に達する, 分析対象 24 カ国の中で変曲点の最も直前に位置し, 最も活性度の高い, 最大活性状況にある
- ② 中国に続くのは, 豪州 (2004 年 9 月), 韓国 (2005 年 2 月), インド (2007 年 4 月), 日本や米国は既に変曲点を通過し, 遞減過程に入っている

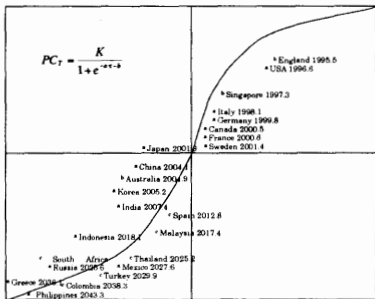


図 3-1. PC 開発・導入軌道における 24 カ国の位置付け (2002).

中国の PC 開発・導入の活性度 (π) は, 輸入部品に体化したスピルオーバー技術の効果 $\delta(t)$, 市場学習効果 $\lambda(t)$, 外国製品へのキャッチアップ効果 $D(t)$ との相関が高く, これらの相乗効果が高活性化の源である。

即ち, 各段階の技術進歩の相乗効果によって, PC の開発・導入が高度に活性化し, これがイノベーション機能の高度化を誘発している。

表 3-1 中国の PC 開発・導入の支配要因 (1981-2002)

$$\ln \pi = -1.18 + 1.57 * \delta(t) + 0.97 \ln \lambda(t_{-1}) + 0.16 \ln D(t) + 0.45 D_{99-2001} \quad (5.28)$$

(-7.29)(8.17) (5.37) (19.84) (5.28)

adj. R² 0.976 DW 1.46

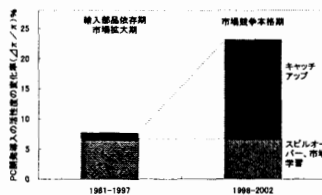


図 3-2. 中国の PC 開発・導入の活性度貢献要因.

3.2 PC 開発・導入を支配するインスティテューショナルな背景構造

PC 開発・導入にかかわるインスティテューションを, それを表わす国家戦略・社会制度, 企業レベルの組織文化, 歴史的背景の 3 つの次元で捉え, ICT に関連づけたそれぞれを代表する指標を抽出 (合計 11 指標) する。例えば, 中国の諸侯経済, 地方保護主義 (地域間の異質性) は文化の開放度や柔軟性で表わし, 都市と農村の経済格差 (所得分配の不平等) は均衡を欠いた政治的不安定性で代表させる。

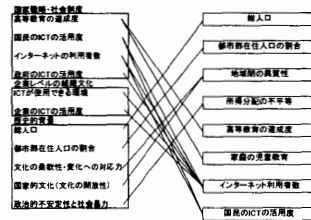


図 3-3. ICT に関するインスティテューション指標.

主成分分析の結果, 第 1 主成分の固有値は 6.55 と圧倒的に高く, その寄与率が 65%。第 1 主成分の因子負荷量は, ICT 活用環境の整備度, 高等教育の達成度などが大きく, 図 3-4 の「高所得を求めた都市への移動の悲願, そのための高等教育, それを可能にするための必需品としての PC」に表わされる PC を軸とする中国固有のインスティテューショナルな背景を表わしている。これは, 中国固有の特殊なインスティテューショナルな背景に根ざした, 「PC 需給に関するインスティテューショナル充足度」を示す。この充足度で代表させた主成分得点では, インドネシア (-4.46) が充足度が最も低く, 次いで, 中国 (-3.52), インド (-3.22), ロシア (-2.79), トルコ (-2.57) の順。

中国には PC を必要とする背景, つまり, 他国には見られない固有の特殊なインスティテューショナルな背景が存在している。しかし, それに応える PC 需給に関するインスティテューショナル充足度は, 世界各国の中でも低い。

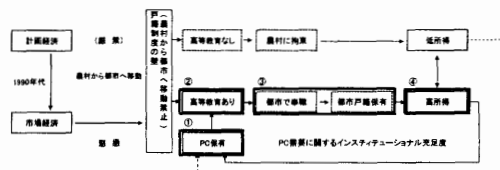


図 3-4. 中国の都市化・PC 保有・高等教育・所得上昇のダイナミズム.

4. イノベーション機能の高度化ダイナミズム

4.1 イノベーション機能の高度化

- ① PC 開発導入の活性度と PC のイノベーション機能の高度化は高い相関を示すが, 中国はそれぞれのトップに位置
- ② PC 需給に関するインスティテューショナル充足度と PC のイノベーション機能の高度化は高い相関を示す。中国は充足度が低いにもかかわらず, イノベーション機能の高度化

は際立ったレベルを発現

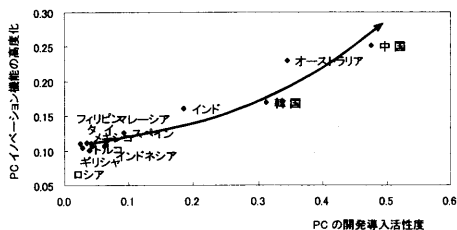


図4-1. PC開発・導入途上13カ国のPCの開発・導入活性度とPCのイノベーション機能の高度化との相関(2002)

表4-1 PC開発・導入途上国のPCの開発・導入活性度とPCのイノベーション機能の高度化との相関

$$\ln \frac{\partial \ln V}{\partial \ln PC} = -2.30 + 2.05\pi \quad \text{adj. } R^2 \text{ } 0.946$$

(-83.09) (14.52)

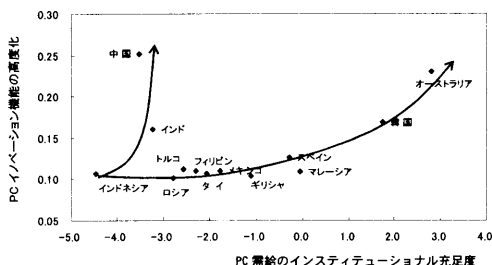


図4-2. PC開発・導入途上国のPC需給に関するインスティテューショナル充足度とPCのイノベーション機能の高度化との相関(2002)

表4-2 PC開発・導入途上国のPC需給に関するインスティテューショナル充足度とPCのイノベーション機能の高度化との相関

$$\ln \frac{\partial \ln V}{\partial \ln PC} = -1.99 + 0.47DX + 0.13(1-D)X + 1.93D \quad \text{adj. } R^2 \text{ } 0.657$$

(-31.02) (2.34) (3.89) (2.54)

※ X: PC需給インスティテューショナル充足度, D: ダミー変数(中国, インド, インドネシア=1, 他国=0)

4.2 イノベーション機能高度化への共進

PC開発・導入の活性度およびPC需給に関するインスティテューショナル充足度は、PCのイノベーション機能の高度化と高い相関を示す。さらに、PC開発・導入の活性度とPC需給に関するインスティテューショナル充足度は、きわめて高い相関である。

これは、中国固有の特殊なインスティテューショナルな背景構造は、PCの開発・導入の活性化によるイノベーション機能の高度化と共進して更なるイノベーション機能の高度化を創出していることを示す。

表4-2 共進によるPCのイノベーション機能の高度化

$$\ln \frac{\partial \ln V}{\partial \ln PC} = -2.29 + 1.68\pi + 0.16DX + 0.00(1-D)X + 0.68D + 0.24D_0 \quad \text{adj. } R^2 \text{ } 0.979$$

(-75.76)(10.60) (2.85) (0.05) (3.01) (3.70)

※ π: PCの開発・導入活性度, X: PC需給に関するインスティテューショナル充足度, D: 係数ダミー変数(中国, インド, インドネシア=1, 他国=0), D₀: 定数ダミー変数(オーストラリア=1, 他国=0)

5. 結論

- ① 1980年代, 1990年代初頭にかけては、輸入部品に体化したスピルオーバー技術の同化を通じて技術を進歩させた。
 - ② 1990年代半ばにかけては、輸入部品による技術スピルオーバー効果を梃子にして、市場学習ヘシフトし、更に技術を進歩させた。
 - ③ 1998年以降、普及拡大を通じた市場学習から外国製品へのキャッチアップを視座に入れた本格的な高機能化への段階に移行している。
 - ④ 各段階の技術進歩の相乗効果によって、中国のPCの開発・導入が世界で最も活性化し、これがイノベーション機能の高度化を誘発した。
 - ⑤ PCの開発・導入の活性化によるイノベーション機能の高度化が、中国固有の特殊なインスティテューショナルな背景と共進して更なるイノベーション機能の高度化を創出した。
- 以上が、中国PC産業躍進のインスティテューショナル・イノベーションのダイナミズムである。

参考文献

1. W. J. Abernathy, "The Productivity Dilemma: Roadblock to Innovation in the Automobile Industry," Johns Hopkins University Press, 1978.
2. K. J. Arrow, "The Economic Implications of Learning by Doing," Review of Economic Studies 29, 155-173, 1962.
3. C. Watanabe, B. Asgari, "Impacts of functionality development on dynamism between learning and diffusion of technology," Technovation 24 (8), 651-664, 2004.
4. P. B. Checkland, "From Optimizing to Learning a Development of Systems Thinking for the 1990s," Journal of Optimal Research Society 9, 757-767, 1985.
5. P. B. Checkland, "Images of Systems and Systems Image," Journal of Applied Systems Analysis 15, 37-42, 1988.
6. D. C. North, "Economic Performance through Time," The American Economic Review 84(3), 359-368, 1994.
7. R. L. Flood, "Complexity: A Definition by Construction of a Conceptual Framework," Systems Research 4, 177-185, 1987.
8. UNESCO, "World Culture Report 1998: Culture, Creativity and Markets," UNESCO Publishing, Paris, 1998.
9. C. Kennedy, "Induced Bias in Innovation and the Theory of Distribution," Economic Journal 54, 541-547, 1964.
10. D. J. Teece, "Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy," Research Policy 15, 285-305, 1986.