

Title	技術の世代間代替に着目したイノベーション普及の国際比較分析
Author(s)	新井, 雄大; 梶山, 朋子; 大内, 紀知
Citation	年次学術大会講演要旨集, 28: 453-456
Issue Date	2013-11-02
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/11756
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

○新井 雄大, 梶山 朋子, 大内 紀知 (青山学院大学)

1. 序論

イノベーションの普及に関する研究は、重要な研究分野として約半世紀にわたり多くの研究者によって研究され、マーケティング戦略などに応用されてきた。近年、新興国の急速な経済発展による市場のグローバル化に伴い、海外市場の重要性が増し、多くの企業が収益向上やグローバル市場での存続を目的として海外市場での新製品展開を試みている。したがって、企業にとって、海外市場において自社の新製品展開を成功させることは重要な課題である。

海外での新製品展開を成功させるためには、対象国市場の経済的、文化的、人口統計的、地理的特性などを十分に理解することが必要とされる (Takada and Jain 1991)。しかし、現状では、企業は特に新興国の特性が製品普及に与える影響を十分に理解しているとは言えない。よって、それらの影響を実証的に解明することが求められる。

加えて、近年、製品ライフサイクルの短命化によって、技術の世代間代替の影響を考慮することの重要性が高まっている (Norton and Bass 1987)。そのため、新技術の普及において、普及を新規採用と旧技術からの代替に分類し、双方の影響をそれぞれ考慮することが必要である (Mahajan and Muller 1996)。しかし、国の特性が採用と代替に与える影響はそれぞれ異なると考えられるが、それらの影響はこれまで明らかになっていない。

そこで、本研究では、技術の世代間代替に着目した普及モデルを提案し、グローバル市場においてイノベーションの採用と代替の影響をそれぞれ定量的に明らかにすること、そして、採用と代替に国の特性がそれぞれ与える影響を明らかにすることを目的とする。

2. 既存研究

2.1 イノベーションの普及モデル

これまで、多くの研究者がイノベーションの普及モデルを構築し、イノベーションの普及プロセスの

解明を試みてきた (Mansfield 1961; Bass 1969; Van den Bulte 2000)。例えば、Bass (1969)は、宣伝などの外的影響によりイノベーションを採用するイノベーターと口コミなどの内的影響によりイノベーションを採用するイミテーターの2種類の採用者を考慮した普及モデルを提案し、そのモデルを米国市場のカラーテレビなどの耐久消費財の需要予測に応用している。Bass モデルを(1)式に示す。

$$\frac{dN(t)}{dt} = p(m - N(t)) + \frac{qN(t)}{m}(m - N(t)) \quad (1)$$

$N(t)$: 時点 t における累積採用者数, p : 外的係数, q : 内的係数, m : マーケットサイズ

2.2 イノベーション普及と国の特性の関係性

普及モデルを用いて、イノベーションの普及に国の特性が与える影響に関する研究を行っている研究者もいる (Takada and Jain 1991; Dekimpe et al. 2000; Yaveroglu and Donthu 2002; Desiraju 2004; Chandrasekaran and Tellis 2008)。例えば、Chandrasekaran and Tellis (2008)は、31 か国において16項目の新製品の普及スピードを計測し、各国の経済的、文化的要因との関係性を考察している。そして、普及スピードは経済的、文化的要因に影響を受けること、普及スピードは先進国と新興国の間で差異があることを明らかにしている。しかし、これらの研究は、普及における採用と代替の存在を考慮していない。

2.3 技術の世代間代替

イノベーションの普及における技術の世代間代替に関する研究も行われている (Fisher and Pry 1971; Norton and Bass 1987; Mahajan and Muller 1996; Prins et al. 2009; Stremersch et al. 2010)。例えば、Mahajan and Muller (1996)は、Bass モデルを基に新たな普及モデルを構築し、構築した普及モデルを用いて新製品の売上予測や最適投入時期の判断に応用している。しかし、これらの研究では、本研究で扱う国の特性

とイノベーションの普及との関係性の解明は行っていない。

したがって、本研究の目的であるイノベーションの採用と代替にそれぞれ国の特性が与える影響の解明は、既存研究までの知見では明らかにされていない。

3. 分析のフレームワーク

3.1 新たな普及モデルの提案

イノベーションの普及における採用と代替の影響を正しく捉えるために、本研究では、Libai et al. (2009)が提案したモデルを基に、技術の世代間代替に着目した新たな普及モデルを構築する。Libai et al. (2009)が提案したモデルを(2)式に示す。

$$\frac{dN(t)}{dt} = p(m - N(t)) + \frac{q(1-\delta)N(t)}{m}(m - N(t)) - \delta N(t) \quad (2)$$

δ :退会率

Libai et al. (2009) は、サービスの普及においては退会の影響を考慮する必要があると考え、Bass モデルを基に、時点 t において一定割合の採用者がサービスを退会することを仮定した(2)式を構築している。(2)式のモデルでは、退会率 δ は定数として扱われている。しかし、SNS の急成長などにより消費者がより多くの製品情報や口コミを得ることができる近年では、消費者の新製品や新技術に対する興味は加速し、その結果、代替の影響も加速すると考えられる。よって、本研究では、代替の影響を時間関数であると仮定し、(3)-(5)式に示す普及モデルを提案する。なお、大規模な技術代替の影響を捉える本研究では、外的係数 p の普及への影響は極めて小さいと考えられることから、本モデル上では $p=0$ としている。

$$\frac{dN_1(t)}{dt} = \frac{q_1(1-\delta(t))N_1(t)}{m_1}(m_1 - N_1(t)) - \delta(t)N_1(t) \quad (3)$$

$$\frac{dN_2(t)}{dt} = \frac{q_2N_2(t)}{m_2}(m_2 - N_2(t)) + \delta(t)N_1(t) \quad (4)$$

$$\delta(t) = \delta_0 * \exp(at) \quad (5)$$

$N_1(t)$:時点 t における旧技術の累積採用者数, $N_2(t)$:時点 t における新技術の累積採用者数, q_1 :旧技術の採用スピード, q_2 :新技術の採用スピード, δ_0 :退会率 ($t=0$), a :代替スピード

3.2 イノベーションの採用と代替の影響の解明

本モデルを用いて、代表的な技術代替製品である Dial-up 回線と Broadband 回線の採用と代替の影響を

分析する。Dial-up 回線と Broadband 回線のデータ収集期間は、それぞれ 1995 年から 2011 年、1997 年から 2012 年であり、先進国と新興国を含む 58 カ国を対象国として分析を行う。Dial-up 回線と Broadband 回線の利用者数データは、International Telecommunication Union (ITU) の World Telecommunication/ICT indicators database 2013 より収集した。各国の採用と代替のパラメータを、非線形回帰分析によって求める。なお、利用者数データの大きなばらつきを除くため、本研究では、利用者数データを 3 年移動平均した値を使用している。また、Dial-up 回線の利用者数に対しては、Parker (1994) に倣い、マーケットサイズ m_1 を外的に推定して非線形回帰分析を行った¹。一方、Broadband 回線の利用者数に対しては、市場が十分に成熟していないため、マーケットサイズ m_2 を内的に推定した。

3.3 採用と代替に国の特性が与える影響の解明

国の特性が 3.2 で求めた採用と代替のパラメータに与える影響を、重回帰分析によって明らかにする。国の特性として、本研究では Yaveroglu and Donthu (2002), Chandrasekaran and Tellis (2008)に倣い、1 人あたり GDP (PPP), Gini 係数 (国家内における国民の所得格差を測る指標), GDP 成長率 (PPP), 国土面積, 人口増加率, 人口密度, 各国の Dial-up 回線の普及開始年, 各国の Broadband 回線の普及開始年, Hofstede (1991)の 4 つの文化次元 (個人主義; 不確実性回避; 権力格差; 男らしさ) の 12 特性を考慮する。1 人あたり GDP (PPP), Gini 係数, GDP 成長率 (PPP), 国土面積, 人口増加率, 人口密度のデータ収集に関しては、Dial-up 回線と Broadband 回線それぞれのデータ収集期間に合わせ、それらの期間の平均値を取った。上記 12 特性のデータは、The World Bank: Open Data および Hofstede (1991)より引用した。なお、1 人あたり GDP (PPP)と国土面積に関しては、スケールを調整するため、それぞれ対数を取った値を使用した。また、採用と代替に有意な影響を与える国の特性を特定するために、変数減少法を用いて分析を行った。本分析では、データ制約のため、対象である 58 カ国中 27 カ国において分析を行った。

4. 分析結果と考察

4.1 各国の採用と代替の影響

対象 58 カ国において、イノベーションの採用と代替の影響を定量的に明らかにした。分析結果を表 1 に示す。なお、ここでは紙面の都合上、以降の分析に必要な新技術の採用スピード q_2 , 代替スピード a

の結果を掲載する。

表 1 非線形回帰分析結果

Country	q_2			a		
	推定値	t 値	判定	推定値	t 値	判定
Andorra	.785	18.69	***	1.192	3.018	**
Argentina	.389	4.63	***	.413	3.933	**
Australia	.564	3.48	***	.280	4.058	***
Austria	.381	3.66	***	.271	3.817	***
Bahamas	.593	3.04	***	.626	2.858	**
Belarus	.795	2.47	**	.567	2.908	**
Belgium	.425	7.20	***	.193	2.969	**
Benin	.916	11.03	***	.691	7.678	***
Bhutan	1.255	21.63	***	.640	3.616	***
Bosnia	.914	30.46	***	.094	1.403	
Bulgaria	.626	4.40	***	.290	1.871	*
Canada	.236	1.93	*	.131	3.359	***
China	.401	5.34	***	.233	4.661	***
Colombia	.588	12.78	***	.227	2.389	*
Croatia	.829	4.08	***	.635	3.053	*
Cyprus	.684	5.42	***	.292	6.348	***
Czech Republic	.355	3.90	***	.491	5.115	***
Ecuador	1.195	4.63	***	.346	1.773	
Egypt	1.324	7.23	***	.354	3.437	**
Faroe Islands	.661	6.23	***	.408	3.487	**
France	.482	19.28	***	.257	3.894	***
French Polynesia	.423	4.36	***	.363	4.172	***
Georgia	1.442	4.74	***	.316	2.307	*
Greece	.871	31.10	***	.341	3.187	**
Hong Kong	.306	3.00	**	.072	1.946	*
Hungary	.393	7.86	***	.334	3.408	**
India	.949	5.07	***	.499	2.045	*
Indonesia	1.567	3.61	***	.465	2.541	**
Israel	.380	2.27	*	.245	5.326	***
Jordan	.459	3.89	***	.446	3.54	**
Latvia	1.275	7.96	***	.427	5.207	***
Macao	.996	6.68	***	.334	4.771	***
Malta	.503	6.92	***	.556	3.707	**
Mauritius	.648	7.20	***	.432	4.966	***
Mexico	.430	20.47	***	.368	4.718	***
Moldova	.887	6.29	***	1.205	2.553	**
Mongolia	1.956	6.72	***	.447	3.756	***
Morocco	.805	7.31	***	.233	2.56	**
Netherlands	.209	2.17	*	.317	3.819	**
New Zealand	.546	5.00	***	.216	3.086	**
Norway	.550	3.12	**	.205	2.356	*
Oman	1.368	6.90	***	.757	2.49	*
Panama	.550	4.13	***	.215	1.92	*
Qatar	1.507	15.33	***	.336	3.692	***
Romania	.555	2.92	**	.302	2.99	**
Saint Vincent and Grenadines	.374	7.95	***	.286	3.763	***
San Marino	.377	3.45	**	.578	3.341	**
Saudi Arabia	1.422	6.77	***	.443	3.281	**
Singapore	.426	7.34	***	.448	7.467	***
Slovak Republic	.683	12.64	***	.224	3.155	**
Slovenia	.371	4.36	***	.379	3.575	***
Spain	.425	5.37	***	.274	2.61	**
Sweden	.420	3.47	***	.276	6.417	***
Taiwan	.228	3.50	***	.255	3.806	***
Trinidad Tobago	.382	10.05	***	.516	5.32	***
United Kingdom	.348	3.78	***	.275	4.365	***
Venezuela	.640	42.66	***	.079	0.738	
Zambia	.893	4.07	***	.185	2.5	**

*10%有意, **5%有意, ***1%有意

本モデルによって、対象 58 カ国中 55 カ国において、新技術の採用スピード q_2 、代替スピード a ともに統計的に有意な結果を得ることができた。また、

Dial-up 回線における決定係数 R^2 は、対象 58 カ国で平均 $R^2=0.74$ であり、Broadband 回線における決定係数 R^2 は、対象 58 カ国で平均 $R^2=0.84$ となった。

これらの結果から、本モデルの有効性が検証されたと考えられる。

4.2 各国の採用と代替に国の特性が与える影響

対象 58 カ国中 27 カ国において、表 1 で求めた採用と代替のパラメータに 3.3 で挙げた国の特性が与える影響を統計的に明らかにした。分析結果を表 2.1、表 2.2 に示す。

表 2.1 重回帰分析結果 (q_2)

変 数	標準偏回帰係数	t 値	判定
1 人あたり GDP (PPP)	-0.557	-2.98	**
Gini 係数	-0.857	-4.35	***
人口密度	-0.490	-2.24	**
国土面積	-0.389	-1.95	*
GDP 成長率(PPP)	-0.219	-1.45	
人口増加率	0.800	3.71	***
個人主義	-0.477	-2.27	**
定数項		5.25	***

*10%有意, **5%有意, ***1%有意

表 2.2 重回帰分析結果 (a)

変 数	標準偏回帰係数	t 値	判定
Gini 係数	-0.755	-2.94	***
人口増加率	0.689	2.76	**
Broadband 普及開始年	0.422	2.28	**
権力格差	0.336	1.74	*
定数項		-2.26	**

*10%有意, **5%有意, ***1%有意

分析結果として、主に、Gini 係数が採用と代替の両方に対して有意な負の相関があること、個人主義は採用に対してのみ有意な負の相関があること、権力格差は代替に対してのみ有意な正の相関があることが明らかになった。

既存研究までの知見では、個人主義は普及スピードを遅め、権力格差は普及スピードを速めると言われていた。それに対し、本研究では新たな知見として、個人主義は普及における採用スピードを遅め、権力格差は普及における代替スピードを速めることを明らかにした。

4.3 分析結果の考察

国家内における消費者の所得格差が新技術の採用スピードと代替スピードの両方を遅くする結果に関しては、所得格差が大きいと消費者間の交流が減少し、新製品に対する口コミの伝播が起こりにくくなることが理由として考えられる。次に、個人主義が新技術の採用スピードを遅くする結果については、以下のようなことが考えられる。個人主義国家にお

いては、イノベーターとなる消費者が積極的に新技術を採用することが予想されるが、消費者間での相互干渉の影響が働きにくい、消費者間の口コミ伝播などが活性化しにくい。その結果、社会全体で考えた場合、社会全体への新技術の普及は滞ると考えられる。一方、権力格差が代替スピードを速める結果については、次のようなことが考えられる。例えば、政府など行政機関の主導権が比較的大きい国家では、新しい技術のインフラ整備を国家全体で強く推進することが可能であり、結果として、新技術への代替を促進させると考えられる。

5. 結論および今後の課題

本研究では、技術の世代間代替に着目した普及モデルを提案し、グローバル市場においてイノベーションの採用と代替の影響をそれぞれ定量的に明らかにした。その結果、対象 58 カ国 55 カ国において、統計的に有意な結果を得ることができた。次に、本モデルによって求めた各国の採用と代替のパラメータに対して、国の特性が与える影響を明らかにした。その結果、主に、Gini 係数が採用と代替の両方に対して有意な負の相関があること、個人主義は採用に対してのみ有意な負の相関があること、権力格差は代替に対してのみ有意な正の相関があることを明らかにした。

本研究は、特にグローバル市場に自社の新製品や新技術を投入する企業にとって、主に以下の 2 点において高い意義を持つと考えられる。1 つ目に、各国の採用と代替の定量的指標を基に、適切な投入国と投入時期を判断する場合である。例えば、旧技術が市場に十分に普及している場合、採用傾向の高い国に投入することが効果的であり、一方、旧技術が市場に十分に普及していない場合は、代替傾向の高い国に投入することが効果的だと考えられる。2 つ目に、新規採用者や旧技術からの代替者など、ターゲットとなる消費者に対する効果的な普及戦略の立案を行う場合である。例えば、個人主義国家と集団主義国家を対比する場合、新規採用者をターゲット顧客とする上では集団主義国家にイノベーションを投入する方が効果的である。

今後の課題として、本研究で扱った国の特性以外の要因においても、イノベーションの採用と代替に与える影響を明らかにすることが挙げられる。また、異なる製品特性を持つ製品においても同様の分析を行い、それぞれの結果を比較することで、製品特性間における共通要因や差異を明らかにすることが望まれる。

注

¹ マーケットサイズ m_1 を外的に与えるために、各国の最も Dial-up 回線の利用者数が多い年度の利用者数を 1.05 倍した値を、各国のマーケットサイズ m_1 として設定した。

参考文献

- [1] Bass, F.M., 1969. A new product growth model for consumer durables. *Management Science*, 15(1), 215-227.
- [2] Chandrasekaran, D., Tellis, G.J., 2008. Global takeoff of new products: Culture, wealth, or vanishing differences? *Marketing Science*, 27(5), 844-860.
- [3] Dejjiraju, R., Nair, H., Chintagunta, P., 2004. Diffusion of new pharmaceutical drugs in developing and developed nations. *International Journal of Research in Marketing*, 21(4), 341-357.
- [4] Dekimpe, M.G., Parker, P.M., Sarvary, M., 2000. Global diffusion of technological innovations: A coupled-hazard approach. *Journal of Marketing Research*, 37(1), 47-59.
- [5] Fisher, J.C., Pry, R.H., 1971. A simple substitution model of technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 3, 75-88.
- [6] Hofstede, G., 1991. *Cultures and Organization, Software of the Mind*. New York: McGraw-Hill.
- [7] International Telecommunication Union, <http://www.itu.int>
- [8] Libai, B., Muller, E., Peres, R., 2009. The diffusion of services. *Journal of Marketing Research*, 46(2), 163-175.
- [9] Mahajan, V., Muller, E., 1996. Timing, diffusion, and substitution of successive generations of technological innovations: The IBM main frame case. *Technological Forecasting and Social Change*, 51(2), 109-132.
- [10] Mansfield, E., 1961. Technical change and the rate of imitation. *The Econometric Society*, 29(4), 741-766.
- [11] Norton, J.A., Bass, F.M., 1987. A diffusion theory model of adoption and substitution for successive generations of high technology products. *Management Science*, 33(9), 1069-1087.
- [12] Parker, P.M., 1994. Aggregate Diffusion Forecasting Models in Marketing: A Critical Review. *International Journal of Forecasting*, 10, 353-380.
- [13] Peres, R., Muller, E., Mahajan, V., 2010. Innovation diffusion and new product growth models: A critical review and research directions. *International Journal of Research in Marketing*, 27(2), 91-106.
- [14] Prins, R., Verhoef, P.C., Franses, P.H., 2009. The impact of adoption timing on new service usage and early disadoption. *International Journal of Research in Marketing*, 26, 304-313.
- [15] Stremersch, S., Muller, E., Peres, R., 2010. Does new product growth accelerate across technology generations? *Marketing Letters*, 21(2), 103-120.
- [16] Takada, H., Jain, D., 1991. Cross-national analysis of diffusion of consumer durable goods in Pacific Rim countries. *Journal of Marketing*, 55(2), 48-54.
- [17] The World Bank, <http://www.worldbank.org/>
- [18] Van den Bulte, C., 2000. New product diffusion acceleration: Measurement and analysis. *Marketing Science*, 19(4), 366-380.
- [19] Yaveroglu, I.S., Donthu, N., 2002. Cultural influences on the diffusion of new products. *Journal of International Consumer Marketing*, 14(4), 49-61.