

# イノベーション普及モデルを用いた携帯電話普及成熟期の特定：世界215カ国・地域を対象とした実証分析

江口, 修平  
九州大学大学院経済学府：博士課程

篠崎, 彰彦  
九州大学大学院経済学研究院：教授

<https://hdl.handle.net/2324/7411159>

---

出版情報：Journal of Information and Communication Research. 43 (2), pp.113-123, 2025. THE JAPAN SOCIETY OF INFORMATION AND COMMUNICATION RESEARCH

バージョン：

権利関係：© 2025 JSICR



## イノベーション普及モデルを用いた 携帯電話普及成熟期の特定

—世界 215 カ国・地域を対象とした実証分析—

Identifying the maturity stage of mobile phone diffusion using the innovation diffusion model:  
An empirical analysis of 215 countries and regions

江口 修平\* 篠崎 彰彦\*\*

### 要 旨

本研究では、世界 215 カ国・地域を対象に携帯電話の普及が成熟期に達しているか否か、達しているとすればいつかを検証するべく、Rogers の S カーブ理論に基づき、Logistic モデルを用いて実証分析を行った。1990 年から 2020 年までの期間を分析した結果、2000 年代後半から 2010 年代前半を中心に 209 カ国で成熟期が確認された。所得グループ別にみると 2008 年の高所得国に続き、2013 年から 2014 年にかけて高中所得国、低中所得国、低所得国で成熟期を迎えていることが判明した。また、各国における普及の飽和水準は各グループ間・グループ内で開きがあり、特に所得水準の低いグループでバラツキが大きいこと、加速期から成熟期までの期間は高所得国よりも中所得国や低所得国の方が短く、普及の水準だけでなく速度の面でも携帯電話が Leapfrogging 的に普及していることなどが明らかとなった。

### ABSTRACT

In this study, an empirical analysis was conducted to specify when the diffusion of mobile phones reached the maturity stage across 215 countries and regions between 1990 and 2020. For this purpose, we employed the innovation diffusion model (Logistic model) based on Rogers' S-curve theory. Our findings indicate that 209 countries reached the maturity stage, with the majority transitioning during the late 2000s to early 2010s. Income level analysis reveals that high-income countries have reached maturity as early as 2008, followed by upper-middle, lower-middle, and low-income countries between 2013 and 2014. Furthermore, the findings reveal substantial variation in diffusion saturation levels both among and within income groups, particularly within low-income countries. The period between the acceleration and maturity stages was shorter in middle and low-income countries compared to high-income ones, suggesting that mobile phone diffusion exhibits "leapfrogging" characteristics in terms of both saturation level and diffusion speed.

\* Shuhei EGUCHI \*\* Akihiko SHINOZAKI

### 1. はじめに：研究の背景と目的

2000 年代に入り、携帯電話に代表される情報通信技術 (ICT: Information and Communication Technology) は、先進国のみならず新興国や途上国にまで爆発的に普及している。従来の技術は、所得水準や教育水準の低さが制約となり途上国での普及は困難だった (James [2016])。しかし、ICT は所得水準・教育水準を問わずグローバルに普及し、かつて懸念されていたデジタル・デバイドが縮小すると

同時に、経済・社会の発展や貧困削減に寄与している (Hilbert [2014], World Bank [2016])。

こうした実態を踏まえて、ICT のグローバルな普及と経済発展について数々の先行研究がなされてきたが、その多くは普及が拡大・加速する局面に焦点を当てており、普及の拡大が鈍化して頭打ちになり、飽和水準に落ち着いていく成熟期に着目した研究は進んでいない<sup>1</sup>。特に、途上国における ICT 利活用を中心である携帯電話は 2000 年代中盤の普及加速

期から15年近くが経過し(山崎・篠崎 [2022])、途上国を含めた多くの国・地域で携帯電話の普及が落ちつき成熟しつつある様子も観察されている(鷺尾他 [2024])。ただし、たしかに成熟期と言えるのか、そうであればいつからか、加速期から成熟期までの期間や飽和水準はどのくらいか、それらが各国・地域別および所得水準別にどう異なるか、といった点については必ずしも明らかにされていない。また、ICTの普及がビッグプッシュとなり経済発展の軌道に乗った国々が、成熟期に達した後も持続的かつ自律的な発展を達成できているか、そのための条件、要因、メカニズムは何か、などを検証するには、各国・地域における成熟期を正確に特定化することが求められる。

そこで本稿では、世界215カ国・地域における携帯電話の普及が成熟期に達しているか否か、達しているとすればいつかを検証する。具体的には、RogersのSカーブ理論に基づき、イノベーション普及モデル(Logisticモデル)を用いて実証分析を行う。この分析で得られる知見は、グローバルなICT普及の実態に対する理解を深めることに加え、ICT普及の経済効果について、時期区分(加速期・成熟期)を考慮した詳細な分析の一助になることが期待される。

## 2. 先行研究と本研究の位置づけ

### 2-1. 携帯電話の普及に関する先行研究

途上国を含めたICTのグローバルな普及については2000年代以降様々な研究がなされている。Comer and Wikle (2008) は、1995年から2005年までの206カ国・地域を対象に、携帯電話の普及に関するデータ観察を行っている。それによると、当初欧州やアメリカ州が多くを占めていた携帯電話総契約数において、2001年にアジアが他の地域を上回ったこと、アフリカや東欧でも急速に普及が進んでいること、いずれの地域でも携帯電話普及率の年平均成長率は20%以上で推移し、人口増加率を上回っていることなどが明らかとなった。また、Hilbert (2014) は、通信容量、帯域幅といった情報通信の性能や質に関する包括的なデータを用いてデータ観察やジニ係数の計測を行っている。その結果、携帯電話を中心にICTが途上国にまで急速に普及したことで、デジタル・デバイドの問題が従来の通信技術インフラの「普及」という段階から通信インフラの「技術的能力」の格差という第2段階に入り、水準の格差は依

然としてあるものの2006年から2010年にかけて縮小の兆しが観察できると指摘している。

普及時期に着目した研究として、山崎・篠崎 (2022) は、1990年から2016年までの178カ国・地域を対象に、各国における携帯電話の普及加速期を構造変化点分析によって特定し、1997年前後に加速した先進国に続き、2002年から2004年ごろにBRICS、移行経済、ASEAN、アフリカ諸国が加速期を迎えたことを明らかにした。続いて、鷺尾他 (2024) は、215カ国・地域を対象に、1990年から2020年までの様々なICTの普及率と所得水準・教育水準の関係やジニ係数等についてデータ観察を行っている。それによると、2000年以降携帯電話やインターネットが所得水準・教育水準の低い地域にまで広く普及しジニ係数が急速に低下していること、ただし、インターネットのジニ係数が2020年までほぼ一定のペースで低下し続けている一方、携帯電話のジニ係数低下は2010年以降鈍化していること、等が明らかになった。

### 2-2. 携帯電話の普及が経済発展に与える影響

携帯電話のグローバルな普及を背景に、それらが経済発展に与える影響についても、数々の実証研究がなされている。Bahrini and Qaffas (2019) は、中東およびアフリカの45カ国を対象に、2007年から2016年までのパネルデータを用いて経済成長に対するICTの影響を分析している。その結果、固定電話を除き、携帯電話、インターネット、固定ブロードバンドの普及が1人あたりGDPの成長を促すことが示されている。Appiah-Otoo and Song (2021) は、2002年から2017年までの123カ国を対象としたパネルデータを用いて、携帯電話、インターネット、固定ブロードバンドの各普及率から作成したICT指標が1人あたりGDPに正の影響を与えることを明らかにし、その影響は富裕国よりも貧困国の方が大きいと結論づけている。

また、携帯電話普及と所得水準の因果関係に着目した研究として、Lam and Shiu (2010) は、1980年から2006年までの105カ国を対象にグレンジャー因果性検定を行っている。その結果、携帯電話普及率と1人あたりGDPとの間には、高所得国のみならず低所得国でも、双方向の因果性が確認された。さらに、Evans (2019) は、2001年から2015年における47カ国のアフリカ諸国を対象に、主成分分析を

用いて携帯電話とインターネットの普及率から ICT 指標を作成し、グレンジャー因果性検定により 1 人あたり GDP との関係を検証している。その結果、ICT 指標と 1 人あたり GDP の間には、短期的にも長期的にも双方向の因果性があることが実証された。

### 2-3. 本研究の位置づけ

これらの先行研究からは、グローバルな携帯電話の普及とその影響について次の 3 点が明らかとなる。第 1 に、携帯電話は所得水準や教育水準の低い地域にも広く普及し、デジタル・ディバイドが改善されていること、第 2 に、携帯電話の普及は、先進国の 1990 年代後半に続き、2000 年代前半に BRICS、ASEAN、アフリカ、移行経済等で加速期を迎え、所得水準の向上に有意な影響を与えていること、第 3 に、急速な携帯電話の普及に 2010 年代以降鈍化傾向が見え始めたこと、である。

同時に、先行研究で残された課題として次の 2 点が浮かび上がった。第 1 に、携帯電話に象徴される ICT が経済発展に与える影響について、加速期や成熟期等の普及時期を考慮した実証分析が十分にされていない。ICT の経済効果については、正の効果を検証する分析結果のみならず、否定的な分析結果も存在する (Odhiambo [2022])。その一因として、ICT の普及は非線形に推移し、普及時期によってその経済効果の程度は異なる可能性があるため、分析期間の違いがこうした不一致を生んでいると考えられる。したがって、加速期や成熟期を厳密に特定した上で、普及のフェーズを区分した詳細な実証分析が求められる。ただし、第 2 の課題として、普及加速期に関する実証研究はなされているものの、成熟期に焦点を当てた実証研究は進んでいない。鷲尾他 (2024) は、多国間長期データの観察によって世界的に ICT の普及 (特に携帯電話) が鈍化傾向にある点を指摘しているものの、厳密に各国・地域で ICT 普及が成熟期を迎えているか否か、迎えているとすればいつかは明らかにされていない。

これらの課題を踏まえ、本稿では、イノベーションの普及理論 (Rogers の S カーブ) に基づき、Logistic モデルを用いて、215 カ国・地域における携帯電話の普及成熟期を定量的に特定する。

## 3. 分析手法とデータセット

### 3-1. 普及理論 : Rogers の S カーブ

新たな技術や製品の普及に関する研究で広く受け入れられている理論として 1962 年に Rogers によって広められたイノベーションの普及理論がある (Nieva [2015])。Rogers は、時間要素を取り入れてイノベーションの採用者を分類し、その普及過程は、釣鐘型の正規分布 (頻度基準) から導かれた S 字型の普及曲線 (累積基準) で示すことができるという理論的枠組みを提示した (Rogers [2003])。具体的には、時間軸に沿って採用者を Innovators (2.5%)、Early adopters (13.5%)、Early majority (34%)、Late majority (34%)、Laggards (16%) の 5 つに分類し、それらを元にイノベーションの累積普及率の推移を示すと S 字型の曲線を描くことができる (図 1)。この曲線がいわゆる Rogers の S カーブである。

Rogers の S カーブに基づく、普及率が 16% を超える辺りから Early majority が市場に参加し始めて普及が急速に加速し (take-off)、Late majority に行き渡る 84% 付近で急速に鈍化し始める (mature)。この枠組みに準拠すれば、16% と 84% の普及率 (閾値) に達する時期をそれぞれ加速期、成熟期への転換期とみなすことができる。

ただし、本稿が対象とする携帯電話については、16%、84% の普及率が必ずしも加速期、成熟期の閾値にあたるとは限らない。なぜなら、Rogers の枠組みでは、累積普及率の上限、すなわち飽和水準が 100% と仮定されているが、本稿で使用される ITU の携帯電話普及率 (Mobile cellular subscriptions per 100 inhabitants [%]) は、SIM ベースの契約数を人

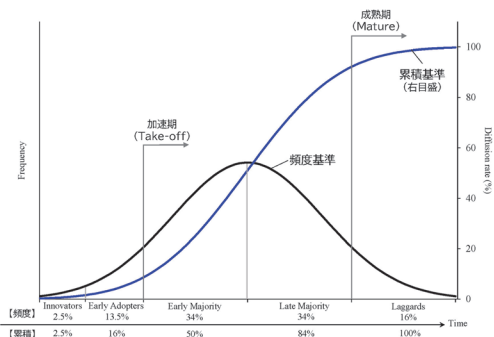


図 1 Rogers の S カーブ (出所) Rogers (2003) を基に筆者作成。

口で除して算出されるため、100%を超える場合があるからである。その場合、図2-①で示す通り、成熟期の閾値は飽和水準に比例して大きくなり、逆に、所得水準や教育水準など様々な経済・社会要因によって累積普及率の上限が100%に達しない場合には、飽和水準に比例して小さくなると考えられる(図2-②)。

すなわち、飽和水準によってSカーブは相似形に変化し、加速期と成熟期の閾値は比例的に上下すると考えられる。そこで、本稿では、まず各国別に普及の飽和水準を推定し、閾値を比例的に変化させて求めた上で加速期と成熟期を特定化する。

### 3-2. モデルの特定化：Logistic モデル

Rogers が提示したようなS字型の曲線を数理的なモデルに特定化し、それに基づき飽和水準を特定すべく、本稿ではLogisticモデルを用いる。

Logisticモデルは、イノベーション普及を表す代表的なモデルとして、その有用性が多くの検証によって認知されており(弘岡 [2003])、携帯電話や

インターネットの普及に関する分析でも広く採用されている(例えば、Andres et al. [2010], Wu and Chu [2010])。具体的には、次の微分方程式(1)で表される。

$$\frac{dN}{dt} = rN \left( 1 - \frac{N}{K} \right) \quad (1)$$

ここで、 $N$ は普及率、 $r$ は内的自然増加率、 $K$ は飽和水準、 $t$ は時間を表す。普及率 $N$ を時間 $t$ の関数として微分方程式を解くと、以下の(2)式が求められ、これが変曲点で対称なS字型の曲線を描く。 $\lim_{t \rightarrow \infty} N(t) = K$ であることから、このモデルは普及率が時間の経過によって最終的に飽和水準 $K$ へ収束することを表しており、これを用いて各国・地域の飽和水準 $K$ を求めることができる。また、内的自然増加率と呼ばれるパラメータ $r$ は拡散係数とも呼ばれ、普及の速度を表すと解釈される(弘岡 [2003], Massini [2004])。

$$N(t) = \frac{K}{1 + e^{-r(t-t_m)}} \quad (2)$$

なお、イノベーション普及モデルにはLogisticモデルの他にGompertzモデルやBassモデルなど複数のモデルが存在するが、本稿では、①先行研究で広く一般に用いられていること、②普及率のデータが豊富にある場合、各モデルのパラメータは類似した結果を示す傾向にあり、モデル毎に分析結果に著しい差異は生じないと考えられること(Parvin and Beruvides [2021])、などを勘案しLogisticモデルを採用することとした。推定方法は、非線形最小二乗法(NLS: Non-linear Least Squares)を用いる<sup>2</sup>。

### 3-3. 成熟期の検証方法

以上を踏まえ、RogersのSカーブに基づきLogisticモデルを用いて、以下の3つのステップで成熟期を検証する。

まず、①NLSで各国・地域の飽和水準 $K$ を推定する。次に、②RogersのSカーブに基づき、飽和水準 $K$ に対する84%を閾値( $K \times 0.84$ )として求める。③最後に、この閾値を初めて超えた年を当該国が成熟期に達した年とする。

具体例として、オーストラリアにおける推定例を示している(図3)。NLSによる推定を行った結果、オーストラリアにおける携帯電話普及率の飽和水準

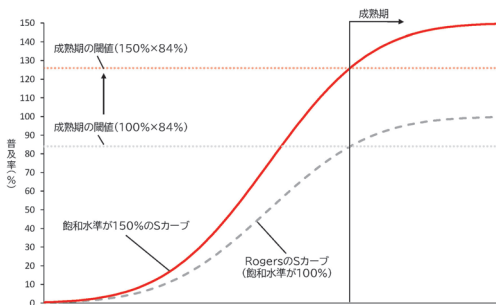


図2-① 飽和水準が150%の時の成熟期の閾値  
(出所) 筆者作成。

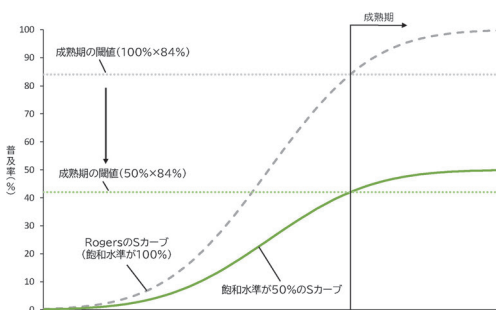


図2-② 飽和水準が50%の時の成熟期の閾値  
(出所) 筆者作成。

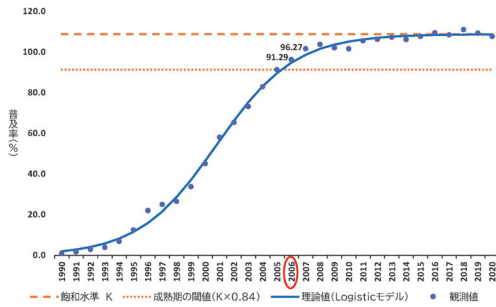


図3 成熟期の推定例（オーストラリア）  
（出所）分析結果より筆者作成。

は  $K=108.73\%$  であり、成熟期の閾値 ( $K \times 0.84$ ) は  $91.33\%$  になる。この  $91.33\%$  に初めて達した 2006 年がオーストラリアにおける成熟期とする。

また、加速期から成熟期までの期間を計測するため、加速期の特定もあわせて行う。成熟期と同様に推定された飽和水準  $K$  を用いて、飽和水準の  $16\%$  を加速期の閾値 ( $K \times 0.16$ ) として求め、これを初めて超えた年を当該国の加速期とする。

### 3-4. データセット

本稿の分析で用いる対象国およびデータについては、山崎・篠崎 (2022) に準拠し、最新版に更新・拡充した (表 1)。具体的には、1990 年から 2020 年までの 215 カ国・地域を対象とし、携帯電話普及率は ITU World Telecommunication/ICT Indicators Database2021 の「Mobile cellular subscriptions per 100 inhabitants (%)」を用いる<sup>3</sup>。

また、所得水準による成熟期や飽和水準の違いを検証するべく、World Bank の分類に準拠して 4 つの所得グループ別 (高所得国、高中所得国、低中所得国、低所得国) にも分析を行う<sup>4</sup>。グループ別に分析する際には、各所得グループのパネルデータを、単一の時系列データに集計し推定を行う<sup>5</sup>。

集計した所得グループ別の普及率の推移をみると (図 4)、いずれのグループでも Rogers が示すように普及率が S 字型で推移している。高所得国が 1990 年代後半に普及が加速したのに続き、2000 年代中盤以降に中所得国や低所得国でも普及が加速している。その後、いずれのグループでも 2010 年代以降には普及が鈍化し横ばいで推移しており、成熟期を迎えている様子が窺える。

表 1 対象国及びグループ分け一覧

グループ	国名
高所得国 (74カ国)	Andorra, Antigua and Barbuda, Aruba, Australia, Austria, Bahamas, Bahrain, Barbados, Belgium, Bermuda, Brunei Darussalam, Canada, Cayman Islands, Chile, Croatia, Curacao, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Faroe Islands, Finland, France, French Polynesia, Germany, Gibraltar, Greece, Greenland, Guam, Hong Kong, Hungary, Iceland, Ireland, Israel, Italy, Japan, Korea (Rep. of), Kuwait, Latvia, Liechtenstein, Lithuania, Luxembourg, Macao, Malta, Monaco, Nauru, Netherlands, New Caledonia, New Zealand, Northern Marianas Islands, Norway, Oman, Palau, Poland, Portugal, Puerto Rico, Qatar, Saint Kitts and Nevis, San Marino, Saudi Arabia, Seychelles, Singapore, Slovak Republic, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Taiwan, Trinidad and Tobago, United Arab Emirates, United Kingdom, United States, Uruguay, Virgin Islands (U.S.)
高中所得国 (55カ国)	Albania, American Samoa, Argentina, Armenia, Azerbaijan, Belarus, Bosnia and Herzegovina, Botswana, Brazil, Bulgaria, China, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, Dominican Rep., Ecuador, Equatorial Guinea, Fiji, Gabon, Georgia, Grenada, Guatemala, Guyana, Iraq, Jamaica, Jordan, Kazakhstan, Lebanon, Libya, Malaysia, Maldives, Marshall Islands, Mauritius, Mexico, Moldova, Montenegro, Namibia, Panama, Paraguay, Peru, Romania, Russia, Saint Lucia, Serbia, South Africa, St. Vincent and the Grenadines, Suriname, T.F.Y.R. Macedonia, Thailand, Tonga, Turkey, Turkmenistan, Tuvalu, Venezuela
低中所得国 (54カ国)	Algeria, Angola, Bangladesh, Belize, Benin, Bhutan, Bolivia, Cambodia, Cameroon, Cape Verde, Comoros, Congo, Cote d'Ivoire, Djibouti, Egypt, El Salvador, Ghana, Haiti, Honduras, India, Indonesia, Iran (Islamic Rep. of), Kenya, Kiribati, Kyrgyzstan, Lao P.D.R., Lesotho, Mauritania, Micronesia (Fed. States of), Mongolia, Morocco, Myanmar, Nepal, Nicaragua, Nigeria, Pakistan, Papua New Guinea, Philippines, Samoa, Sao Tome and Principe, Senegal, Solomon Islands, Sri Lanka, Swaziland, Tajikistan, Tanzania, Timor-Leste, Tunisia, Ukraine, Uzbekistan, Vanuatu, Viet Nam, Zambia, Zimbabwe
低所得国 (27カ国)	Afghanistan, Burkina Faso, Burundi, Central African Rep., Chad, Congo (Democratic Republic of the), Dem. People's Rep. of Korea, Eritrea, Ethiopia, Gambia, Guinea, Guinea-Bissau, Liberia, Madagascar, Malawi, Mali, Mozambique, Niger, Rwanda, Sierra Leone, Somalia, South Sudan, Sudan, Syria, Togo, Uganda, Yemen
その他 (5カ国)	French Guiana, Guernsey, Jersey, Netherlands Antilles, Palestinian Authority

(出所) 山崎・篠崎 (2022) および World Bank の分類に準拠し、筆者作成。

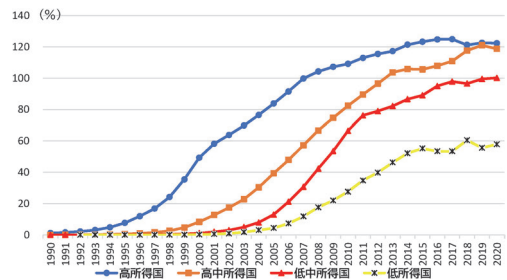


図 4 所得グループ別の携帯電話普及率  
（出所）ITU より筆者作成。

## 4. 分析結果

### 4-1. 215 カ国・地域における成熟期

各国・地域毎に NLS で推定した結果、215 カ国中 212 カ国で飽和水準が算出され<sup>6</sup>、209 カ国で成熟期に達していることが確認された (表 2)。209 カ国の飽和水準と成熟期を散布図で表したものが図 5 である。これを見ると、2000 年代中盤から後半にかけて高所得国や一部の高中所得国を中心に成熟期を迎えたのち、2010 年代前半から中盤にかけて、低中所得国や低所得国等の多くの国でも成熟期が確認できる。実際に、各年毎に成熟期へ達した国数を

表2 各国・地域の成熟期検証結果

グループ	国名	加速期 (年)	成熟期 (年)	飽和水準 (%)	グループ	国名	加速期 (年)	成熟期 (年)	飽和水準 (%)	グループ	国名	加速期 (年)	成熟期 (年)	飽和水準 (%)
高所得国	Taiwan	1998	2002	117.9	高所得国 (続き)	Cumcao	-	-	推定不可	低所得国 (続き)	Mauritania	2004	2011	101.0
	Northern Marianas Islands	2001	2002	34.4		Virgin Islands (U.S.)	-	-	推定不可		Tunisia	2004	2011	126.5
	Iceland	1997	2003	112.9		American Samoa	1992	2001	4.1		Egypt	2005	2011	103.7
	Luxembourg	1998	2003	140.9		Venezuela	1999	2007	91.1		Mongolia	2005	2011	124.1
	Norway	1995	2004	111.1		Turkey	2000	2007	95.0		India	2006	2011	83.3
	Israel	1997	2004	128.2		Jamaica	2001	2007	104.3		Kyrgyzstan	2006	2011	131.6
	Ireland	1998	2004	106.5		Bulgaria	2002	2007	131.9		Pakistan	2006	2011	69.6
	Portugal	1998	2004	116.4		T.F.Y.R. Macedonia	2002	2007	100.9		Bolivia	2004	2012	102.0
	Slovenia	1999	2004	109.2		Dominica	2003	2007	124.0		Nicaragua	2005	2012	113.1
	Czech Republic	2000	2004	123.8		Guyana	2003	2007	82.9		Haiti	2006	2012	63.3
	Andorra	1998	2005	95.5		St. Vincent and the Grenadines	2003	2007	107.4		Cambodia	2008	2012	129.7
	Belgium	1998	2005	105.8		Serbia	2004	2007	129.3		Zimbabwe	2009	2012	93.3
	United Kingdom	1998	2005	119.8		Dominican Rep.	2001	2008	87.5		Cameroon	2006	2013	83.9
	Spain	1999	2005	110.6		Paraguay	2001	2008	111.8		Cape Verde	2006	2013	113.3
	Cayman Islands	2001	2005	168.4		Romania	2002	2008	117.6		Indonesia	2006	2013	138.6
	Lithuania	2001	2005	150.0		Ecuador	2003	2008	94.6		Lesotho	2006	2013	95.4
	Sweden	1995	2006	125.3		Saint Lucia	2003	2008	107.0		Senegal	2006	2013	110.0
	Australia	1996	2006	108.7		Suriname	2003	2008	143.0		Swaziland	2005	2014	98.6
	Denmark	1996	2006	125.9		Guatemala	2004	2008	121.7		Nigeria	2006	2014	90.0
	Greece	1998	2006	116.3		Montenegro	2004	2008	175.0		Tajikistan	2006	2014	111.8
	Italy	1998	2006	147.9		Russia	2004	2008	156.5		Bhutan	2007	2014	95.5
	Netherlands	1998	2006	120.8		Libya	2005	2008	126.6		Papua New Guinea	2008	2014	50.1
	Cyprus	1999	2006	133.5		Jordan	2001	2009	103.5		Timor-Leste	2009	2014	120.3
	Estonia	1999	2006	144.0		Grenada	2003	2009	112.9		Solomon Islands	2010	2014	70.0
	Faroe Islands	1999	2006	118.7		Argentina	2004	2009	142.5		Philippines	2003	2015	135.4
	Germany	1999	2006	124.1		Belarus	2004	2009	121.2		Ghana	2006	2015	136.1
	Greenland	1999	2006	109.4		Paraguay	2004	2009	153.7		Tanzania	2006	2015	80.9
	Croatia	2000	2006	109.5		Mexico	2001	2010	94.2		Sao Tome and Principe	2007	2015	81.1
	Hungary	2000	2006	111.7		Brazil	2002	2010	117.0		Sri Lanka	2006	2016	136.7
	Austria	1998	2007	138.1		Equatorial Guinea	2004	2010	47.7		Kiribati	2009	2016	49.2
	Bermada	1998	2007	113.3		Maldives	2004	2010	158.1		Bangladesh	2007	2017	104.4
	France	1998	2007	102.5		Azerbaijan	2005	2010	108.4		Djibouti	2007	2017	46.2
	Singapore	1998	2007	151.2		Armenia	2006	2010	120.4		Zambia	2007	2017	94.7
	Slovak Republic	2000	2007	124.1		Iraq	2006	2010	92.4		Nepal	2010	2017	143.2
	Anba	2001	2007	131.3		Lebanon	1998	2011	71.8		Kenya	2006	2018	103.6
	Bahamas	2001	2007	97.6		Malaysia	2001	2011	144.8		Cote d'Ivoire	2007	2018	155.4
	Latvia	2001	2007	119.2		Albania	2002	2011	111.2		Iran (Islamic Rep. of)	2007	2019	143.2
	Saint Kitts and Nevis	2003	2007	146.5		Botsvana	2004	2011	162.8		Myanmar	2014	2019	151.1
	Finland	1996	2008	141.5		Gabon	2004	2011	145.8		Comoros	2008	2020	82.3
	New Zealand	1998	2008	125.1		Moldova	2004	2011	92.5		Madagascar	2007	2010	41.8
	Switzerland	1998	2008	131.1		Kazakhstan	2005	2011	152.6		Yemen	2005	2011	58.1
	Antigua and Barbuda	2000	2008	175.4		Namibia	2005	2011	115.7		Liberia	2007	2011	59.1
	New Caledonia	2000	2008	93.0		Peru	2005	2011	121.6		Sudan	2007	2011	75.1
	Barbados	2001	2008	115.5		Bosnia and Herzegovina	2002	2012	104.2		Uganda	2007	2011	57.9
	Saudi Arabia	2003	2008	156.8		Colombia	2004	2012	124.5		Central African Rep.	2007	2012	29.7
Trinidad and Tobago	2003	2008	147.2	Fiji	2005	2012	115.8	South Sudan	2010	2012	22.7			
Brunei Darussalam	2000	2009	127.0	South Africa	2002	2013	167.5	Congo (Democratic Republic of the)	2006	2013	46.3			
Poland	2001	2009	137.9	Georgia	2005	2013	138.9	Mozambique	2006	2013	54.6			
Qatar	2001	2009	139.6	Costa Rica	2006	2013	175.7	Afghanistan	2007	2013	60.2			
Oman	2003	2009	149.5	Tonga	2004	2014	79.2	Mali	2008	2013	124.3			
Ungway	2005	2009	145.6	Marshall Islands	2014	2014	27.4	Gambia	2006	2014	127.3			
Canada	1998	2010	89.2	Mauritius	2002	2015	156.7	Rwanda	2008	2014	79.3			
Chile	2000	2010	135.4	Turkmenistan	2009	2015	157.1	Guinea	2007	2015	108.0			
Monaco	1996	2011	95.9	Thailand	2003	2016	186.4	Niger	2008	2015	51.6			
Korea (Rep. of)	1998	2011	125.4	China	2003	2018	127.9	Sierra Leone	2008	2015	92.2			
Liechtenstein	1998	2011	121.0	Tuvalu	2006	-	96.7	Ethiopia	2010	2015	41.2			
San Marino	1999	2011	120.4	Cuba	2012	-	76.3	Malawi	2007	2016	48.0			
Bahrain	2000	2011	156.0	Micronesia (Fed. States of)	2003	2007	24.5	Togo	2007	2016	82.0			
Malta	2000	2011	137.4	Samoa	2004	2007	54.4	Somalia	2011	2016	53.4			
Gibraltar	2001	2012	121.5	Ukraine	2004	2007	130.6	Chad	2007	2017	46.9			
United States	1997	2013	115.7	Belize	2001	2008	61.2	Guinea-Bissau	2007	2017	87.5			
Kuwait	2001	2013	198.2	Honduras	2005	2008	88.2	Burkina Faso	2008	2017	105.9			
United Arab Emirates	2000	2014	212.4	Algeria	2005	2009	106.2	Burundi	2009	2017	61.7			
French Polynesia	2001	2014	111.5	Angola	2005	2010	47.8	Syria	2006	2018	107.7			
Puerto Rico	1999	2015	111.3	Lao P.D.R.	2005	2010	63.1	Dem. People's Rep. of Korea	2011	2020	22.0			
Palau	2005	2015	139.8	Congo	2006	2010	100.4	Eritrea	-	-	推定不可			
Nauru	2010	2015	102.7	Viet Nam	2006	2010	139.3	Jersey	1998	2003	103.7			
Japan	1997	2017	157.9	Benin	2007	2010	87.0	Netherlands Antilles	2003	2003	115.6			
Hong Kong	1998	2017	291.3	Uzbekistan	2007	2010	79.5	Guernsey	1998	2004	90.6			
Seychelles	2000	2017	194.4	Vanuatu	2007	2010	70.6	French Guiana	2000	2009	103.0			
Macao	2003	2019	446.2	Morocco	2002	2011	130.5	Palestinian Authority	2005	2012	85.4			
Guam	2000	-	95.1	El Salvador	2004	2011	150.3							

(注) 表中の「-」は成熟期が確認されなかった(閾値を超えていない、飽和水準が推定できていない場合を含む)ことを示している。(出所) 分析結果より筆者作成。

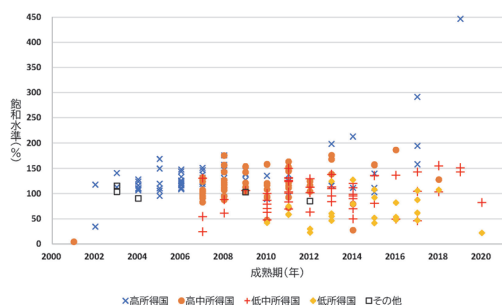


図5 各国の飽和水準と成熟期  
(出所) 分析結果より筆者作成。

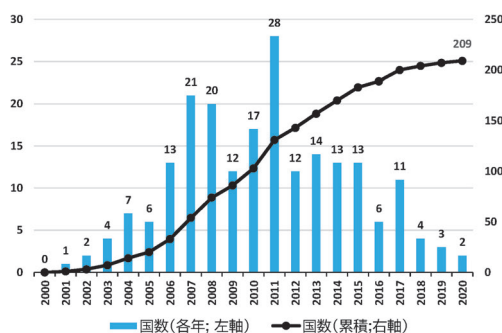


図6 成熟期を迎えた国の数(年別、累積)  
(注) 単位: カ国 (出所) 分析結果より筆者作成。

カウントすると、2006年から2015年まで毎年10カ国以上の国が成熟期を迎えている(図6)。また、飽和水準についてみると(図5)、高所得国では多くが100~150%の範囲に収まっており、各国間のバラつきが小さい様子が観察される一方、高中所得国ではアメリカンサモアの4.1%からタイの186.4%まで、低中所得国ではミクロネシアの24.5%からコートジボワールの155.4%まで、低所得国では北朝鮮の22.0%からガンビアの127.3%まで開きがあり、所得グループ間、所得グループ内で差があることがわかる。

#### 4-2. 所得グループ別の推定結果

集計データによる所得グループ別の推定結果が表3である。2008年の高所得国に続き、2013年に高中所得国、低中所得国、2014年に低所得国でそれぞれ成熟期に達していることが確認された。飽和水準については、低所得国の58.4%から高所得国の122.5%まで、所得水準が高いグループほど高くなっている。

表3 所得グループ別の推定結果

	高所得国	高中所得国	低中所得国	低所得国
$K$	122.513***	118.382***	97.447***	58.414***
$r$	0.311***	0.328***	0.475***	0.466***
$m$	13.130***	18.347***	19.656***	21.112***
決定係数	0.995	0.998	0.998	0.997
成熟期	2008年	2013年	2013年	2014年
加速期	1998年	2003年	2006年	2007年

(注) \*\*\*は有意水準0.1%で有意。  
(出所) 分析結果より筆者作成。

また、内的自然増加率 $r$ を比較すると、低中所得国、低所得国、高中所得国、高所得国の順に推定値が大きい。これは所得水準の低い地域の方が携帯電話の普及速度が早いことを示しており、普及がLeapfrogging的に急速に進んでいるといえる<sup>7</sup>。

表3の推定結果を観測値と重ねてグラフで示したものが図7①~④である。これを見ると、いずれのグループでも加速期以降に普及率の伸びが加速し、成熟期を迎えると普及の伸びが鈍化していることが窺える。さらに加速期について先行研究(山崎・篠崎[2022])での結果と比較すると、殆どの国で本稿の推定結果と2年以内の差に収まっており、山崎・篠崎(2022)の推定結果の95%信頼区間が約2年である点を考慮すると、両者の結果は概ね一致する<sup>8</sup>。以上の点を踏まえると、本稿の分析結果は一定の妥当性があると考えられる。

#### 4-3. 基本統計量

推定結果を詳細に分析すべく、各国・地域の成熟期、飽和水準について所得グループ毎に基本統計量をまとめたものが表4、表5である。まず、成熟期についてみると(表4)、平均値では高所得国が2008年と最も早く、高中所得国(2010年)、低中所得国(2013年)、低所得国(2014年)と続いている。前述の図5、図6での観察結果と符合し、携帯電話の普及は2000年代後半に高所得国が先んじて成熟期を迎え、2010年代前半を中心に中所得国や低所得国でも成熟期に達したと結論付けられる。

次に、飽和水準については(表5)、平均値で比較した場合、高所得国(133.8%)が最も高いが、BRICS等の新興国をはじめとする高中所得国で117.1%、東南アジアやアフリカの途上国を含む低中所得国で99.9%と、高所得国と遜色ない水準に達している。

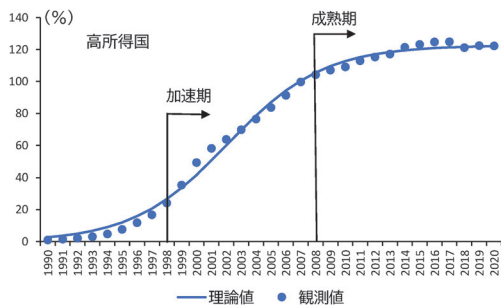


図 7-① 高所得国の推定結果

(出所) 分析結果より筆者作成。

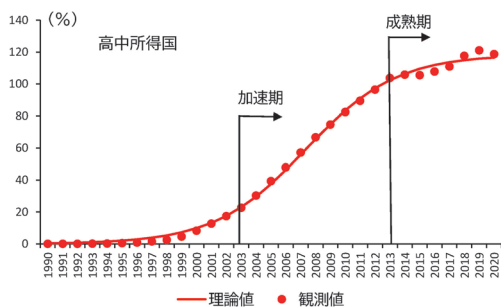


図 7-② 高中所得国の推定結果

(出所) 分析結果より筆者作成。

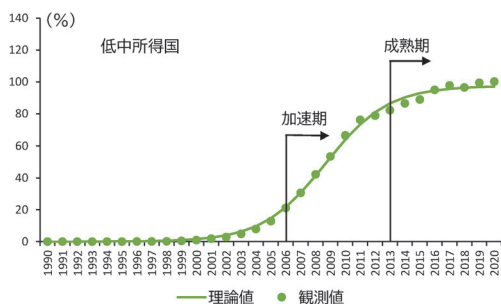


図 7-③ 低中所得国の推定結果

(出所) 分析結果より筆者作成。

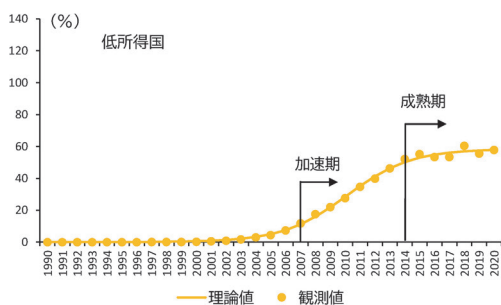


図 7-④ 低所得国の推定結果

(出所) 分析結果より筆者作成。

表 4 基本統計量：成熟期（年）

	高所得国	高中所得国	低中所得国	低所得国
平均	2008	2010	2013	2014
中央値	2007	2010	2013	2015
最頻値	2006	2008	2011	2013
標準偏差	3.89	2.90	3.23	2.57
変動係数	0.002	0.001	0.002	0.001
最小	2002	2001	2007	2010
最大	2019	2018	2020	2020
国数	71	53	54	26
グループ別推定	2008	2013	2013	2014

(出所) 分析結果より筆者作成。

表 5 基本統計量：飽和水準（%）

	高所得国		高中所得国	低中所得国	低所得国
	除く香港・マカオ				
平均	133.8	127.1	117.1	99.9	67.1
中央値	124.1	123.9	117.0	100.7	58.6
標準偏差	49.62	26.71	35.25	31.59	29.68
変動係数	0.371	0.210	0.301	0.316	0.442
最小	34.4	34.4	4.1	24.5	22.0
最大	446.2	212.4	186.4	155.4	127.3
国数	72	70	55	54	26
グループ別推定	122.5	121.5	118.4	97.4	58.4

(出所) 分析結果より筆者作成。

中には、タイ（飽和水準 186.4%）やコスタリカ（同 175.7%）、コートジボワール（同 155.4%）やミャンマー（同 151.1%）など、高所得国よりも高い水準に達している国もあり、Leapfrogging 的な普及が窺える。一方、低所得国は 67.1% と高所得国のおよそ半分であり、所得等の制約により飽和水準が低くなっていると考えられる。

ここで、飽和水準の変動係数を比較すると、普及率が突出して高い香港とマカオの飽和水準（それぞれ 291.3%、446.2%）を外れ値として除いた場合、高所得国が最も小さい一方で、中所得国や低所得国のバラつきが大きく、図 5 での観察結果と一致する。特にバラつきの大きい低所得国では、政情が不安定な中央アフリカ（飽和水準 29.7%）や内戦が生じる南スーダン（同 22.7%）など、発展が遅れているサブサハラアフリカ地域では全体的に低めである一方で、同じ所得水準でもガンビア（同 127.3%）やマリ（同 124.3%）など高い飽和水準に達している国もあり、飽和水準の差が顕著であることが窺える。

さらに、加速期から成熟期に至るまでの期間（年）を算出し、その基本統計量を所得グループ別にまとめたのが表 6 である。平均値で比較すると、高中所得国、低中所得国、低所得国の 6.7 年に対し、高所得国は 8.7 年と期間が長かった。すなわち、所得水

表6 基本統計量：加速期から成熟期までの期間（年）

	高所得国	高中所得国	低中所得国	低所得国
平均	8.7	6.7	6.7	6.7
中央値	8	6	7	7
最頻値	7	5	7	9
標準偏差	3.83	2.86	2.63	2.43
変動係数	0.438	0.427	0.392	0.360
最小	1	0	3	2
最大	20	15	12	12
国数	71	53	54	26
グループ別推定	10	10	7	7

（出所）分析結果より筆者作成。

準の低い国の方が加速期から成熟期へ短期間で達しており、ここでも Leapfrogging 的な普及が窺える。

前述の通り、BRICS 等の新興国をはじめとする高中所得国、東南アジアやアフリカの途上国を含む低中所得国では加速期から成熟期までの期間が短いだけでなく、高所得国と同等以上の飽和水準に達している国も見受けられる。この計測結果と前節の内的自然増加率の比較結果を踏まえると、これらの地域では「水準」と「速度」の両面で、携帯電話が Leapfrogging 的に普及していると結論付けられる。このように新興国・途上国で携帯電話が爆発的に普及した要因としては、①固定電話が普及していなかったこと、②旧技術となった第2世代(2G)の設備と端末が低価格で途上国に供給されたこと、③無線施設は河川地帯や山岳地帯などの難所でも「点」で整備できること、④基地局に発電機を設置すれば電力送電網が不要であること、⑤文字が読めなくても音声で利用できること、⑥プリペイド式で低所得層を対象としても面倒な加入手続きや料金徴収事務が不要であること、⑦端末の共有が容易で費用負担を軽減できること、などが指摘されている（James [2014], 篠崎・田原 [2014]）。

## 5. おわりに：まとめと今後の課題

本稿では、Rogers の Sカーブ理論に基づき、Logistic モデルを用いて、215 カ国・地域における携帯電話の普及成熟期の検証を行った。その結果、次の3点が明らかになった。

第1に、分析対象の215カ国中209カ国・地域で2000年代後半から2010年代前半を中心に成熟期を迎えたことが判明した。これを所得グループ別に見ると、高所得国の2008年に続き、2013年から2014年にかけて中所得国や低所得国も成熟期を迎えている。第2に、各国・地域の飽和水準はグループ間、

グループ内で開きがあり、変動係数をみると、特に低所得国でグループ内のバラツキが顕著であった。第3に、Logistic モデルで推定される内的自然増加率で普及速度を導き、グループ毎に比較すると、高所得国よりも低中所得国や低所得国など所得水準の低い地域で普及速度が速いことが明らかとなった。これに関連して、加速期から成熟期までの期間をみると、高所得国（平均8.7年）に比べ、高中所得国、低中所得国、低所得国（いずれも平均6.7年）では短期間であり、新興国や途上国においては、水準だけでなく、速度という観点からも携帯電話が Leapfrogging 的に普及している様子が窺える。これらの分析結果は、携帯電話普及の経済効果について、時期区分（加速期・成熟期）を考慮した詳細な分析の一助になることが期待される。

ただし、本研究の分析では各国における携帯電話の普及率が Rogers の Sカーブおよび Logistic モデルに従って推移することを前提にしている点には留意が必要である。今後、推定結果の頑健性について検証すべく、構造変化点分析等の計量分析を適用し、本稿の推定結果と比較することで精緻に追検証することが求められる。

また、発展させるべき今後の研究課題として、携帯電話と同様にグローバルな普及が進んでいるインターネットについて、加速期・成熟期の検証を行い、携帯電話の分析結果と比較することが期待される。さらに、本稿で特定された加速期や成熟期を活用した応用研究、例えば、携帯電話と所得水準間の因果関係は加速期・成熟期の前後でどう変化しているか、途上国において成熟期に達した後も持続的な発展が続いているか否か等、普及時期を区分した詳細な実証分析が求められる。これらは、本稿に残された研究課題として記しておきたい。

## 謝辞

本稿の執筆に際して、匿名の査読者より大変有益なコメントを頂戴した。コメントに基づいて不十分だった点の改善ができたほか、今後取り組むべき研究課題も明確になった。また、本研究を進めるにあたり、2023年度春季情報通信学会の発表では討論者の KDDI 総合研究所篠原聡兵衛氏ほか参加者の皆様から貴重なコメントを頂いた。さらに、InfoCom 情報経済研究会等多くの研究会では、情報通信総合研究所小野崎彩子氏、鷺尾哲氏、九州大学藤井秀道

教授、中石知見講師はじめ参加者の皆様に示唆に富む助言を頂いた。これらの方々 に記して感謝の意を表したい。

#### 参考文献

- Andres, L., Cuberes, D., Diouf, M., Serebrisky, T. (2010) "The diffusion of the Internet: A cross-country analysis," *Telecommunications Policy*, Vol. 34, Issue 5-6, pp. 323-340.
- Appiah-Otoo, I., Song, N. (2021) "The impact of ICT on economic growth-Comparing rich and poor countries," *Telecommunications Policy*, Vol. 45, Issue 2, pp. 1-15.
- Bahrini, R., Qaffas, A.A. (2019) "Impact of Information and Communication Technology on Economic Growth: Evidence from Developing Countries," *Economies*, Vol. 7, No. 21, pp. 1-13.
- Comer, J.C., Wikle, T.A. (2008) "Worldwide Diffusion of the Cellular Telephone, 1995-2005," *The Professional Geographer*, Vol. 60, Issue 2, pp. 252-269.
- Evans, O. (2019) "Information and communication technologies and economic development in Africa in the short and long run," *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, Vol. 18, No. 2, pp. 127-146.
- Hilbert, M. (2014) "Technological information inequality as an incessantly moving target: The redistribution of information and communication capacities between 1986 and 2010," *Journal of the Association for Information Science and Technology*, Vol. 65, Issue 4, pp. 821-835.
- Huang, C. (2011) "Rethinking leapfrogging in the end-user telecom market," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 78, pp. 703-712.
- ITU. (2020) "Handbook for the Collection of Administrative Data on Telecommunications/ICT, 2020 Edition," ITU. (<https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/handbook.aspx>, 最終閲覧：2024年12月6日.)
- James, J. (2014) "Relative and absolute components of leapfrogging in mobile phones by developing countries," *Telematics and Informatics*, Vol. 31, Issue 1, pp. 52-61.
- James, J. (2016) *The Impact of Mobile Phones on Poverty and Inequality in Developing Countries*, Switzerland, Springer.
- Lam, P., Shiu, A. (2010) "Economic growth, telecommunications development and productivity growth of the telecommunications sector: Evidence around the world," *Telecommunications Policy*, Vol. 34, Issue 4, pp. 185-199.
- Massini, S. (2004) "The diffusion of mobile telephony in Italy and the UK: An empirical investigation," *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 13, No. 3, pp. 251-277.
- Nieva, F.O. (2015) "Social women entrepreneurship in the Kingdom of Saudi Arabia," *Journal of Global Entrepreneurship Research*, Vol. 5, No. 11, pp. 1-33.
- Odhiambo, N.M. (2022) "Information technology, income inequality and economic growth in sub-Saharan African countries," *Telecommunications Policy*, Vol. 46, Issue 6, pp. 1-12.
- Parvin, A.J.J., Beruvides, M.G. (2021) "Macro Patterns and Trends of U.S. Consumer Technological Innovation Diffusion Rates," *Systems*, Vol. 9, No. 16, pp. 1-22.
- Rogers, E.M. (2003) *Diffusion of Innovations*, 5<sup>th</sup> ed., New York. (三藤利雄訳『イノベーションの普及』翔泳社, 2007年.)
- UNCTAD. (2024) *Digital Economy Report 2024: Shaping an environmentally sustainable and inclusive digital future*, United Nations Conference on Trade and Development.
- World Bank. (2016) *World Development Report 2016: Digital Dividends*, World Bank.
- Wu, F., Chu, W. (2010) "Diffusion models of mobile telephony," *Journal of Business Research*, Vol. 63, Issue 5, pp. 497-501.
- 弘岡正明 (2003) 『技術革新と経済発展 非線形ダイナミズムの解明』日本経済新聞社.
- 篠崎彰彦・田原大輔 (2014) 「教育・所得水準とICTの普及に関するグローバルな動態変化の分析：デジタル・デバイドから経済発展の可能性へ」 *InfoCom Review*, Vol. 62, pp. 18-35.
- 山崎大輔・篠崎彰彦 (2022) 「世界178カ国・地域の携帯電話普及に関する構造変化点分析」社会情報学会『社会情報学』, 第11巻, 2号, pp. 15-28.
- 鷺尾哲・江口修平・篠崎彰彦 (2024) 「成熟期を迎えつつあるグローバルなICT普及の動向：世界215カ国・地域を対象とした長期データ観察」情報通信総合研究所, *InfoCom Economic Study Discussion Paper Series*, No. 24, 2024年6月, pp. 1-20.

#### 注

- 1 本稿での「成熟期」はあくまで普及率の伸びが鈍化し、飽和水準に落ち着いていく時期を指しており、ICTの質（性能）や上位レイヤーの利活用動向の成熟を意味するものではない点には留意が必

要である。むしろ、ICTハードである携帯電話やインターネットが広く行き渡り、途上国でもデジタル化が進むことで、データトラフィックの急激な増加が見込まれており（UNCTAD [2024]）、AIの実装化など上位レイヤーの活用により、ICT分野は今後もさらに発展していくと考えられる。

- 2 統計ソフトRのnlsv関数で推定を行った。nlsv関数では、初期値を指定し数値計算法による収束計算で、パラメータを推定する。指定する初期値によって推定されるパラメータの値は僅かに異なるが、本稿の分析では初期値を変更しても少なくとも小数点1~2桁までは共通しており、今回の成熟期の検証には大きな支障はないと考えられる。なお、初期値はrunifコマンドを用いてランダムに指定している。
- 3 ここでの携帯電話契約数は、セルラー技術を用いて公衆交換電話網へのアクセスを提供する携帯電話サービスのSIMベースの契約数を指す。プリペイド形式とポストペイド形式の両方が含まれ、1Gから5Gまで音声通信を提供する全ての携帯電話契約が対象となっている。なお、データ通信のみの契約、USBモデム、ポケットベル等は対象外である。詳細な定義についてはITU（2020）を参照されたい。
- 4 本稿では、分析期間の最新年である2020年の所得分類基準を採用する。具体的には、2020年の「GNI per capita in US\$ (Atlas methodology)」が12,696ドル以上の国を高所得国、4,096ドル以上12,695ドル以下の国を高中所得国、1,046ドル以上4,095ドル以下を低中所得国、1,045ドル以下の国を低所得国とする。なお、French Guiana, Guernsey, Jersey, Netherlands Antilles, Palestinian Authorityの5カ国についてはWorld Bankにて分類がなされていないため、「その他」として所得グループ分けの対象から除外した。
- 5 所得グループ毎に、各年の総携帯電話契約数を総人口で除して算出する。
- 6 Curacao, Eritrea, Virgin Islandsの3カ国については、欠損値の多さ等によりパラメータを収束させる初期値を得られなかったため、飽和水準を推定できていない。
- 7 携帯電話の普及におけるLeapfroggingの定義や意味合いについては、文脈により様々であるが、本稿では途上国での普及の水準や速度が先進国を上回る(overtake)という意味で用いている。詳細なLeapfroggingの定義については、Huang (2011)等を参照されたい。
- 8 山崎・篠崎(2022)の分析対象国である178カ国に対し、本稿ではEritreaを除く177カ国で加速期を特定した。そこで、両者の推定結果の差の絶対値(ズレ)を計測すると、ズレの平均値、最頻値、中央値はいずれも2年に収まっていた。



江口 修平 (えぐち しゅうへい)

九州大学大学院経済学府博士課程在籍。三菱総合研究所研究員。2023年九州大学経済学部卒業、2024年九州大学大学院経済学府修士課程修了、2025年三菱総合研究所入社。



篠崎 彰彦 (しのざき あきひこ)

九州大学大学院経済学研究院教授。九州大学経済学部卒、九州大学博士(経済学)。日本開発銀行、経済企画庁、ハーバード大学イェンチン研究所等日米の調査研究機関にて情報経済の分析に携わり2004年より現職。