JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	電波法規制による国際競争下のイノベーションへの影響に関する実証研究
Author(s)	遠藤，志久真
Citation	年次学術大会講演要旨集，32: 745-749
Issue Date	2017-10-28
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/14881
Rights	本著作物は研究・イノベーション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 Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

２Ｈ０７

電波法規制による国際競争下のイノベーションへの影響に関する実証研究

○遠藤志久真（一橋大学）

はじめに

本研究は法規制が経済活動に与える影響のうち、イノベーションについての影響を調査するものである。日本のものづくりにおける国内市場重視のイノベーション活動、いわゆるガラパゴス化は主に携帯電話通信サービスにおいて顕著であった。１９９０年代後半以降、当時の海外での標準的な携帯電話よりも多くの機能を有する携帯電話や独自のサービスが登場し発展を遂げてきた当該産業であるが、一方で、着信メロディなどの一部の機能を除いて多くの機能は海外で普及することはなく、国内メーカーやキャリアは海外でのシェアを伸ばすことができなかった。このようなガラパゴス化を正しく理解することは容易ではない。様々な要因が考えられそれぞれが複雑に影響しあっているため、この問題に対しては国内キャリアによる活動の側面や標準獲得競争の失敗などにフォーカスした歴史的アプローチが主流であり理論的な説明は十分ではない。また法的規制とイノベーションの関係はよく議論されているが、ガラパゴス化に関して法的規制の観点から見たものは少ない。本研究ではここに焦点をあて特に、携帯電話通信サービスのガラパゴス化を踏まえて、電波法による規制が国内産業のイノベーションにどのような影響を与えてきたかを検討してみたい。

先行研究

ここでは特にイノベーションと規制の関係についての先行研究を概説する。この分野では規制がコスト増につながり、結果的にＲ＆Ｄが減るという従来型の主張と適切な規制管理の下では国際的な競争力がむしろ向上するという主張（Porter 仮説といわれる）が存在し、国際的な競争力の源泉をイノベーションと考えれば両者の主張は相反するものともとらえられる状況になっている。これらの主張についてともに部分的に支持する研究結果が存在し、従来型の主張を支持する研究としては Prieger(2002)や Chalermthanakom and Ueta(2011)が挙げられる。Prieger は電話通信産業について調査し、寡占状況での規制によるイノベーションの低下を指摘している。Chalermthanakom and Ueta は日本での環境規制の影響を自動車、食品、電機産業について調べ、自動車産業についてはやはり部分的に規制による生産性の低下を確認している。一方、Porter 仮説を支持する研究としては、Porter(1991),Stewart(2010)などがある。Porter は環境規制について、様々な国での厳しい規制に晒されている産業が、逆に特許や輸出などにおいて他国をリードしている点を指摘し、規制の在り方についての議論をしている。Stewart も同様に適切な規制の存在が競争力を高めるであろうことを指摘している。いずれにせよ様々な産業について個別に議論がなされていて、統一的な見解は得られていない。さらに、こうした議論は環境規制に強く結びつけられて議論されており一般的な規制についてはまだ研究の余地があるといえる。

電波法と技術基準適合証明について

まず電波法の体系と語句の説明をする。電波法はそれ自体のみで電波を出す機器についての詳細な規制や制度を規定するものではなく、制度の大枠を規定するものである。従って、この法律の条文を読んだだけでは具体的な機器がどのような規制下に置かれているかはわからない。こうした、細かい規則については主に総務省令に規定されていて、そのうちでも電波法施行規則や無線設備規則と呼ばれる総務省令には具体的な周波数や電波強度等についての詳細な規定がなされている。また、近年の電波利用機器の使用・販売に関して重要な役割を持っている技術基準適合証明制度は電波法の条文で規定されていて、細かい規定は電波法施行規則や特定無線設備の技術基準適合証明等に関する規則という総務省令（証明規則とも呼ばれている）に書かれている。技術基準適合証明（以下技適と表記する）は端的に言えば、輻輳の問題が比較的少ない機器の使用・販売に関する優遇制度である。１９８１年に技適制度が施行され、技適制度の対象となる機器（特定無線設備と呼ぶ）については国が指定した組織（認証機関

と呼ぶ）が無線設備規則などの技術基準に適合していることを認定できるようになった。従来電波法では原則的に電波を出しうる機器とその使用者のセットについて免許を与えることで電波を管理してきたが、この制度により技適の認証を受けた機器は技適マークを表示できるようになり、マークのある機器は使用者不問で免許を必要とせず運用可能となるか、あるいは、免許取得の手続きが簡略されるようになった。重要な点は、逆に言えばこれらの電波利用機器を販売しようとする企業は技適の取得を余儀なくされている点である。技適の取得状態は企業の市場への参入状態を表すものといってよいだろう。また、証明規則では特定無線設備を用途ごとにカテゴライズしており、このカテゴライズは海外の無線区分と比較をしやすい形式になっているため、法規制の実態を分析するのに有効的なものとなっている。

理論モデルによる予測

実証をする前に理論モデルによる予測を立てておく。Ｎ企業によるイノベーション競争を考える（ただし、Ｎ≧２）。企業がＩ単位のイノベーションを実現させようとするときその企業に対しイノベーションのコストＣ（Ｉ）が掛かるものとする。イノベーションの量が最も多い企業が市場からの利益πを総取りし、残りの企業は利益を得られないとする。イノベーションの量が最も多い企業が複数いる場合には、当該の企業で利益πを等分することとする。コストは単純化のためイノベーションに対しＬ次同次のものを考える（Ｃ（Ｉ）＝ｃＩ^{L}）。このとき、純粋戦略での均衡は存在しない。混合戦略では、企業はＩ単位のイノベーションをしようとする取り決めに対して確率密度ｐ（Ｉ）を設定することになるが、ここでは企業が同じ確率密度を設定している均衡にのみ焦点を当てる。均衡では、Ｉ*＝（π／ｃ）$^{(1/L)}$としたとき、

Ｉ＞Ｉ*において

$$\mathrm{p}(I) = 0$$

Ｉ*≧Ｉ≧０において

$$\mathrm{p}(I) = \frac{L}{(N-1)}\left(\frac{c}{\pi}\right)^{\left(\frac{1}{N-1}\right)} I^{\left(\frac{L}{N-1}-1\right)}$$

を満たす確率密度関数が設定される。

これより、１社ごとのイノベーションの期待値が計算できる。

期待値は

$$\int_0^{I^*} I\,\mathrm{p}(I)dI = \frac{L}{L+N-1}\left(\frac{\pi}{c}\right)^{\left(\frac{1}{L}\right)}$$

となる。ここで、規模についての検討を行う。１国での市場とそのＫ倍の規模を持った世界市場を考える（Ｋ≧１）。各国で特別な事情がなく、この世界市場ではＫＮの企業がＫπの利益を勝ち取るためにイノベーションを行っていると仮定する。このとき、１社ごとのイノベーションの期待値は１国での市場のときのものに対し、$\frac{L+N-1}{L+KN-1}(K)^{\left(\frac{1}{L}\right)}$倍になっている。この値は、Ｌ≧２においてＫについての減少関数となっている。従って、イノベーションの規模が大きくなるにつれて追加的にかかるコストも増大してゆくような探索的研究開発活動を想定すれば、世界市場に参入している企業は分断された１国の市場に参入している企業よりもイノベーション量は小さい値をとるという傾向が予測できるのである。

この事を電波法、技適のデータを用いて検証してみるのが本研究の実証の部分である。

調査データ

本研究では年毎の技術基準適合証明の証明件数と国内特許の出願数のデータを組み合わせて分析をしている。技術基準適合証明については、認証機関が月ごとの認証件数を報告しており、総務省の電波利用ホームページ（http://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/equ/tech/tech/index.htm）で閲覧可能であるためこれを元に表記のゆれなどを校正して集計した。認証機関の認証件数の報告は設計認証の件数と適合証明の件数に分けられるが、本研究では設計認証の件数を集計した。設計認証は大量生産のために機器のモデル自体や生産設備全体が基準に適合している事を証明できる制度であり、実際に製品として製造するにあたって必要な技適認証である。一方で、適合証明は実際の機器一つ一つに対して与えられる技適であり、試験機や高価な数の少ない機器などを製造・販売するときに利用されるものであると考えら

れ、特に試験機のような市場への参入を示しているとは必ずしも言えない認証があるため今回は分析に用いていない。
２０００年から２０１６年までの企業の年毎の設計認証件数が得られているが、後述する特許のデータでの出願情報の開示に関するトランケーションの問題と認証機関の報告の２０００年のフォーマットが他と異なるという事情があるため、分析に使用したのは２００１年～２０１４年までのデータである。企業数は２１６８社であり、２０１４年までにこれらの企業が取得した設計認証の総数は、６７９４９件となっている。技適制度の対象となる特定無線設備は前述の通り用途で区分されており、証明規則では既に削除されたものも含めると１８４のカテゴリーに分けられていて、一件ずつの認証がどのカテゴリーのものであったかは認証機関によって報告されている。本研究での分析期間である２００１年～２０１４年に、１件でも設計認証のあったカテゴリーは１５２存在する。しかし、これらのうちでもよく取得されているカテゴリーが存在し、認証件数の多い順に上位１５カテゴリーで全体の約８０％を占める。表１は認証件数の多い順に上位１５カテゴリーを並べたものである。上位のカテゴリーではおおよそ、４つの大きな用途グループが存在する。まず一つ目は２．４ＧＨｚや５ＧＨｚ帯の周波数を利用する小電力データ通信システムであり、これはいわゆるＷｉｆｉやＢＬＵＥＴＯＯＴＨであるが、特徴としてはこの周波数帯について、世界的に共通して小電力データ通信システムの用途が割り当てられていることが挙げられる。次に多い用途グループは基地局である。基地局はいわゆるアンテナであり、日本の携帯電話通信サービス産業のガラパゴス化を考えれば、キャリアの意思決定に強く依存するグループであると考えられる。そして、３番目の用途グループとして陸上移動局が挙げられるが、これは携帯電話やスマートフォンなどの本体であり、基地局と同様にキャリアに依存する部分が大きい。そして、最後に特定小電力機器や、小電力セキュリティなど、電波を使用した一般的な機器の用途グループが挙げられる。この用途グループで割り当てられている周波数や電波強度の上限の指定などは日本独自のもので、小電力データ通信システム等と異なり、設計にもよるが日本での認証が得られたからといって海外へそれを転用することは容易くない。

表１：認証件数の多い技適カテゴリー

順位	カテゴリー	総務省HPによる用途の概要	用途グループ	n	%	累積%
1	CAT61	2.4GHz帯高度化小電力データ通信システム	小電力データ	14339	21.1	21.1
2	CAT31	W-CDMA方式携帯無線通信用基地局等	基地局	6955	10.2	31.3
3	CAT39	W-CDMA(HSDPA)方式携帯無線通信用基地局等	基地局	6037	8.9	40.2
4	CAT47	LTE用基地局等	基地局	4707	6.9	47.2
5	CAT22	特定小電力機器	一般機器	4103	6	53.2
6	CAT65	5.2, 5.3GHz帯小電力データ通信システム	小電力データ	2972	4.4	57.6
7	CAT63	2.4GHz帯小電力データ通信システム	小電力データ	2953	4.3	61.9
8	CAT29	W-CDMA方式携帯無線通信用陸上移動局	陸上移動局	2778	4.1	66
9	CAT36	W-CDMA(HSDPA)方式携帯無線通信用陸上移動局	陸上移動局	2239	3.3	69.3
10	CAT40	CDMA2000(1xEV-DO)方式携帯無線通信用基地局等	基地局	2062	3	72.3
11	CAT66	5.6GHz帯小電力データ通信システム	小電力データ	1826	2.7	75
12	CAT28	CDMA方式携帯無線通信用基地局等	基地局	1293	1.9	76.9
13	CAT32	CDMA2000方式携帯無線通信用基地局等	基地局	1217	1.8	78.7
14	CAT53	小電力セキュリティ	一般機器	840	1.2	79.9
15	CAT27	CDMA方式携帯無線通信用陸上移動局	陸上移動局	733	1.1	81
	others			12895	19	100

これらの状況を俯瞰し、本研究では特に小電力データ通信システムの認証に力を入れている企業と一般機器の認証に力を入れている企業の比較をすることで、電波法並びに技適制度がイノベーションに与える影響を考察する。この点については後述する。
次に、特許のデータであるが、こちらは Thomson innovation の特許データベースを利用した。
技適のデータにある２１６８社について、日本の特許を検索した。２００１年以降２０１６年までの特許出願を検索したところ、２０１５年以降では特許公報が公開されていないために検索結果が著しく少ないものであったため、特許（特許出願数）のデータとして２００１年から２０１４年の検索結果を分析に使用した。分析対象であった企業全体の特許出願件数は１，６６３，９６３件であった。

分析手法

分析の基本的な方向性としては理論モデルのイノベーション量Ｉを市場の規模で回帰するというものである。イノベーション量は特許出願数で測ることができるが、市場の規模に相当する競合企業の数Ｎや利益π等は直接測ることは難しい。ここで、技適の用途区分・グループを利用する。先述の通り、小電力データ通信システムに該当する機器の市場は規制の内容が世界的に共通のものであるため、この市場に参入している企業は実質的に世界市場の競争に直面していると考えられる。一方で、特定小電力機器や省電力セキュリティの機器は、規制の内容が日本特有のものであり市場の規模も世界規模ではありえない。すなわち、これらの技適カテゴリーごとの取得件数を見ることで間接的に企業が直面している市場の規模の大小を測ることができると考えられるのである。カテゴリーごとの技適の取得件数により企業の市場への参入の状態を見ようとしているのである。

特許出願はカウントデータであるため、OLS のような特許出願件数を直接カテゴリーごとの技適取得件数に回帰するようなやり方は望ましくない。ここでは負の二項分布モデルによる推定を行った。企業 i による t 年の特許出願数 jp_patent_{it} がポアソン分布 Poisson(γ_{it})に従うと想定し、γ_{it} がガンマ分布 Gamma(λ_{it}, δ_{it})に従い、$\lambda_{it}=\exp(\mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta}+offset_{it})$ の形で書けると想定し推定を行った。ただし、$\mathbf{x}_{it}=$（LP_Data_{it} $Specified_LP_{it}$ $LP_Security_{it}$ $Base_{it}$ $Mobile_{it}$ cat_rank16_{it} z_i）であり、それぞれ LP_Data_{it} は小電力データ通信システムの認証件数、$Specified_LP_{it}$ は特定小電力無線の認証件数、$LP_Security_{it}$ は小電力セキュリティ、$Base_{it}$ は基地局、$Mobile_{it}$ は陸上移動局、cat_rank16_{it} は認証件数のランキングで１６位以下のカテゴリーの認証件数を表し、z_i は企業ごとの固定効果である。$\boldsymbol{\beta}$ は今回測定したいパラメータのベクトルである。企業ごとのすべての時点の特許出願数の和のデータに条件づけられた企業ごとの各時点それぞれの特許出願数の組についての結合確率を計算することができ、この確率は固定効果に依存しない形である。これよりデータの下での尤度を定義でき、最尤法を用いてパラメータを推定した。また、追加的にＩＰＣによる特許分類を使用して、単純な出願件数に重みをつけたデータも作成し、電波とはあまり関係のない技術分野への出願を除外する試みも行った。av_weight_{it}、max_weight_{it}、$av_30exclude_{it}$ という３つの重み処理をした特許出願数の指標を作成した。重みづけの基本方針は、今回集計された特許すべてについて報告されているＩＰＣのサブグループをカウントし分類の多い順に重みを多く設定するというものである。最も多いＩＰＣ分類は H04N5/225 で、これは「テレビジョンカメラ」に関する技術であった。４５０５２の特許出願がこの分類に該当していたが、これを電波利用機器の中心的な応用技術として考え、このＩＰＣ分類に対して重み１を適用し、その他のＩＰＣ分類に対してはＸ件の特許出願がなされているＩＰＣ分類に対してＸ／４５０５２の重みを付与した。より周辺の技術であるほど小さい重みを与えるようになっている。特許出願１件に対して報告されているＩＰＣ分類は通常１よりも多く、複数のＩＰＣ分類が報告されているが複数ＩＰＣ分類の重みの平均の値を当該特許の重みとして算出し企業・年ごとに集計して求めた値が av_weight_{it} である。max_weight_{it} に関しては１つの特許で報告されている複数ＩＰＣのうちの最大の重みを持つＩＰＣの重みを当該特許の重みとして算出し、企業・年ごとに集計したものである。$av_30exclude_{it}$ は、重みづけというよりは除外に近い処理をしている。ＩＰＣ分類ごとにその分類を報告している特許出願の件数が算出できるが、この件数が多い順にＩＰＣ分類をならべたとき、この件数の累積値が全ＩＰＣ分類で報告されている特許数の合計の３０％を上回らないうちは重み１を与え、３０％を上回った後のＩＰＣ分類については重み０を与えるという方法である。このＩＰＣ分類の重みの平均を取ったものが特許の重みとして計算できる。これを企業・年ごとに集計した値が $av_30exclude_{it}$ である。

結果と考察

回帰結果を表２に示す。モデルのベースとなるのは被説明変数として単純な日本特許の出願件数である jp_patent_{it} を用いたものであり、その他の３つの結果は被説明変数として重みづけ処理をした特許の出願件数を用いたものである。LP_Data が有意でないのに対し、Specified_LP や LP_Security の係数が正で有意になっている。この結果は特定小電力や省電力セキュリティといった日本独自のルールに支配された規模の小さい市場に参入している企業の方が小電力セキュリティのような国際的で規模の大きい競争に晒されている市場に参入している企業よりも、イノベーション活動が盛んであることを示している。LP_Data と Specified_LP や LP_Security の係数の比較では、規模の小さい市場へ参入している企業の方が活発にイノベーションを行うという理論モデルの予測と整合的な結果となった。

表２：回帰結果

	(1) jp_patent	(2) av_weight	(3) max_weight	(4) av_30exclude
main				
LP_Data	0.002	0.001	0.001	0.002
	(0.001)	(0.002)	(0.002)	(0.002)
Specified_LP	0.033***	0.023***	0.027***	0.027***
	(0.005)	(0.006)	(0.006)	(0.006)
LP_Security	0.050***	0.026*	0.031**	0.037**
	(0.015)	(0.015)	(0.015)	(0.016)
Base	0.000**	0.000*	0.000	0.000
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
Mobile	0.010***	0.008***	0.008***	0.008***
	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)
cat_rank16	0.001	0.000	0.000	0.000
	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
_cons	-0.243***	0.431***	0.173***	-0.023
	(0.019)	(0.028)	(0.024)	(0.023)
N	14140	14140	14140	12726

Standard errors in parentheses
* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01

この結果から、技適制度や電波法での周波数割り当てについて言及するとすれば、やはり電波を利用した装置に関する一部の市場において、参入障壁として機能している点が大きいといえる。国内の企業のイノベーション活動を活発にさせている一方で、世界市場からの孤立を意味し、規制の側面からも日本のガラパゴス化をサポートする結果が得られたといえる。また、キャリアの影響の大きい携帯電話に関する技適の取得状況は、イノベーションに関しては限定的な影響であるという結果となったが、これは、キャリアとメーカーの分業体制に起因するものと考えられる。携帯通信サービス産業では複数の企業が分業的にものづくりをし、それらの総体として携帯通信サービスが形成されているため、技適の取得企業と特許の取得企業が必ずしも一致していない可能性があるのである。しかし、原状のデータでは企業グループを認識することは容易ではなく、これは分析の限界となっている。

参考文献

Prieger, James E. "A model for regulated product innovation and introduction with application to telecommunications." Applied Economics Letters 9.10 (2002): 625-629.
Chalermthanakom, Adisak, and Kazuhiro Ueta. "Impact of Environmental Regulation on Productivity: Case Studies of Three Industries in Japan." The Kyoto Economic Review 80.2 (2011): 167-187.
Porter, Michael. "E.(1991) America's Green Strategy." Scientific American 264.4: 168.
Stewart, Luke A. "The impact of regulation on innovation in the United States: A cross-industry literature review." Institute of Medicine (2010).