

令和 3 年 5 月 31 日現在

機関番号：32675

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K01767

研究課題名(和文)産業史研究にもとづくイノベーションへの適応行動の解明

研究課題名(英文)Firms' adaptation to innovation: a historical industry study

研究代表者

福島 英史(Fukushima, Eishi)

法政大学・経営学部・教授

研究者番号：20313439

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：画像半導体産業の構造変化について歴史的事例研究を行い、企業のイノベーションへの適応行動を考察した結果、次の知見を得た。

1. 制度環境に加え、工程汎用性と分業構造の変化が新興企業と隣接業種の参入を促した。2. 新用途市場の障害は、規模よりも競争圧力であった。3. 同用途市場自体に構造変化が起き、新旧企業の市場地位を変えた。4. 主導企業は、新旧複数の用途市場への導入から、新技術に投資・事業化し競争優位を維持した。5. 既存企業の他製品他事業の状況が、イノベーションと構造変化への適応行動に影響していた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

企業のイノベーション適応は、米産業史の観察から新旧専門企業の代替として説明され、投資インセンティブや資源能力、認知を強調する事が多かった。グローバルな変化の考察から、次の補完的論点を見出した事に意義があると思われる。

各国の創業環境のみならず、工程の国際的な分業化や汎用化が参入を促していた。主導的な既存企業は、既存市場に訴求する特性の開発を行うことで新技術の事業化を行い新企業が興隆する新市場へも導入を進めた。技術のみならず顧客産業における構造変化が、新旧企業の市場地位を変化させていた。また既存の多角化企業では他製品事業即ち全社戦略が、本産業でのイノベーション適応に影響していた。

研究成果の概要(英文)：To advance understanding of the adaptation behavior of companies against major technological innovation, we conducted a historical case study of the global image semiconductor industry, which experienced considerable structural changes. The following findings were obtained.

1) In addition to the regional institutional environment, progressing separation of design and manufacturing, as well as reduced level of specificity in process technology, encouraged the entry of emerging companies and established ones from neighboring industries. 2) The obstacle to commercialize new technology was competitive pressure rather than market size. 3) Structural changes in user market affected competitive position of existing and emerging companies. 4) The leading company maintained its advantage commercializing new technology into existing markets as well as new one. 5) The status of other businesses of incumbents were highly influential for their adaptability to innovation and industry changes.

研究分野：経営学

キーワード：イノベーション

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

経営学のイノベーション研究では、優良な既存企業は高い資源能力をもつ一方、技術革新を機に新興企業にその市場地位を脅かされる、としばしば指摘される。研究ではなぜそれが生じるのかに関する知見の蓄積が進められてきた。ただし多くの研究では無意識に、主に米国の専門企業が想定されており、他国では事情が異なるという見解もある。新興企業を主役とした産業の生成等が論じられる一方、各国で異なる創業等の制度環境が、その産業の構造変化プロセスに与える影響についてはあまり論じられていなかったと思われる。また、多角化企業に固有の論理が企業のイノベーション適応行動に及ぼす影響についても十分に議論されているとは言い難い。そこで、グローバルな産業変化の文脈で制度環境や多角化状況の適応行動への影響を考察したいと考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、具体的な産業史研究からイノベーションへの企業の適応行動について、多角化の状況や制度的基盤を考慮しながら、グローバルな文脈で再検討し、先行研究を補完することにある。メジャーな技術イノベーションと大きな構造変化を経験してきた画像半導体産業を考察の対象とする。先行研究では新興企業の参入が与えるインパクトが強調される一方、これを促す要因が必ずしも論じられてこなかった。また既存企業のイノベーション適応・不適応は、主として資源能力と認知の観点から説明されてきた。イノベーションを機とする新興・参入企業について制度環境等これを促す要因に注目するとともに、既存企業の適応行動に影響する要因について先行研究を補う観点から考察する。

3. 研究の方法

平成30年度と令和元年度には、既存研究を精査し産業発展のモデル、新興企業の勃興と既存企業の対応、交代の論理や概念枠組みを検討した。

また令和元年度からは画像半導体産業の技術・市場面の発展について、学会誌や企業報告書やデータベース等様々な資料を地道に収集し、地域毎にまとめていく作業に従事した。この作業から研究上特に注目すべき企業群・事象を抽出し、産業変化の全体像と、各国新興企業の参入過程や既存企業の適応など個別企業の行動把握に努めた。

令和二年度はこれら全体像や行動把握の事実詳細確認のため、上記に加え本産業事業の意思決定に関与してきた実務家への本格的な面会一次調査を予定していた。ただし、新型コロナウイルスの世界的流行に伴う厳しい制限と社会的混乱から面会一次調査が困難になり、止むを得ず代替的に二次資料のオンライン取得と考察を行った。研究作業が大幅に遅れ発表に至っていないものの、既存研究の説明経路を補完する幾つかの知見を得ることができた。

4. 研究成果

(1) 画像半導体産業では産業集積の諸研究が強調してきた各国の創業環境のみならず、工程の国際的な分業化や汎用化がイノベーションを機とする参入を促していた。

観察対象の画像半導体イメージセンサ（以下IS）産業では、基本技術の主流が2000年代にCCDからCMOSへ転換していったことが知られている。この転換は、産業の構造をグローバルに大きく変質させている。かつてソニーやパナソニック、シャープなど比較的少数の日本企業が、主用途のカムコーダやデジタルスチルカメラ（DSC）市場に寡占的にCCDを供給していた。ところが1990年代半ばに新技術CMOS型イメージセンサ（CMOS-IS）の基本構造が確立され、携帯電話やパソコン、医療機器など新用途市場の成長が期待されるようになると、2000年代にかけてグローバルに多数の企業が開発を進め事業化を試みた。これら企業には既存企業以外に、隣接産業からの参入企業に加え、数十社に及ぶ各国地域の新興企業が含まれ、成長する新用途市場で事業の構築・拡大を図った。これら新興企業の多くは、各国地域の産業革新環境と技術者の流動性を基盤に、大学や研究機関、新旧企業から創業・成長しており、しばしば既存企業による事業売買の対象になることで産業に変化が生まれていた。

産業イノベーションにおいて、新興企業が重要な役割を果たすことは、先行研究と整合的であった。イノベーションと産業発展に関する経営学の議論では、新興企業を主役とした産業の生成や転換が論じられる（Abernathy & Utterback, 1978; Tushman & Anderson, 1986）。一方各国で異なる創業等の制度環境が、その生成転換プロセスに与える影響についてはあまり論じられない。イノベーションを支える制度基盤の地域ごとの差異が、同じ技術変化での新旧企業の市場地位に影響することを強調する議論は、未だに多いとは言えない（Chesbrough, 1999）。従来の産業イノベーション研究ではどちらかといえば、米国の企業産業観察を中心にイノベーションと産業発展モデルが考えられてきた。一方、産業集積に関する議論（e.g. Porter, 1990; Saxenian, 1994）からは、各国地域の制度環境が技術変化に伴う新興企業の勃興と参入に影響を及ぼすことが示唆される。IS産業においても、確かに新興企業の多くが各国地域の産業革新環境と技術者の流動性を基盤に、大学や研究機関、新旧企業から創業していた。また新興企業の参入は欧州・

中東・アジアなど各国で行われたものの、その数には差がみられ米国からが最も多かった。CMOS-IS への技術変化の核となった研究所 (NASA・Jet Propulsion Laboratory) とそこから起きた企業 Photobit は米国に存在し、同国産業界への技術移転を働きかけていた。

他方、先行研究の観点に加えて技術変化の性質と産業の分業構造の変化が、新興企業を含む企業参入を大きく促していた。新技術の CMOS-IS は、各画素に画像信号の増幅トランジスタを備えた APS (Active Pixel Sensor) 構造を持ち、かつての CCD と違って半導体で汎用的に使われる CMOS プロセスで製造されることが知られている。工程技術の汎用化は、米 Micron や韓 Samsung・SKHynix 等半導体メモリなど隣接事業を手掛ける既存企業のほか、台湾 TSMC 社に代表されるファウンドリ企業の IS 製造事業への参入を招いていた。各国の新興企業は、設計と販売に特化し、製造を急速に台頭するファウンドリ企業に委託することで参入を行っていた。IS 産業では、ソニーや Samsung など統合型企業も高い市場地位を持つ一方、ファウンドリ企業の台頭による国際的分業の進展によって活発な新興企業の参入が行われた。

(2) 主導的な既存企業は、既存市場に訴求する特性の開発を行うことで新技術の事業化を行い新企業が興隆する新市場へも導入を進めた。

旧技術 CCD の事業化では、米英の大企業が技術開発に先行したものの、やがて日本企業 3 社が主用途のカムコーダとともに市場の多くを独占する。数量で 10 倍以上の市場となったデジタルスチルカメラ (DSC) でもこうした傾向が続く。しかしカムコーダの 100 倍以上の市場を形成したカメラフォン用途では、主流技術が CMOS センサーに切り替わるとともに、日本企業は失墜していく。2014 年度の CMOS センサー数量シェアは、既存の主導企業ソニーのほか、1990 年代以降に創業した中国 Galaxycore 社と OmniVision 社、2000 年代半導体メモリ事業から参入した韓国 Samsung 社と SKHynix 社、2011 年に買収で参入した米国 OnSemiconductor 社の 6 社で 90% を占める。CCD で寡占化を果たした日本の大手既存企業に注目すれば、CMOS への技術転換後も国際競争力を維持していると考えられるのは主導企業ソニーのみであった。

経営学のイノベーション研究では、優良な既存企業は高い資源能力をもつ一方、技術革新を機に新興企業にその市場地位を脅かされる、としばしば指摘される。研究ではなぜそれが生じるのかに関する知見の蓄積が進められてきた。ただし多くの研究が米産業界の観察にもとづいており、他国では事情が異なるという見解もある (Chesbrough, 1999)。先行研究では、しばしば旧技術への固執から既存企業が凋落していくとされる (e.g. Tushman & Anderson, 1986; Henderson & Clark, 1990; Tripsas & Gavetti, 2000)。

特に Christensen (1997) に代表される破壊的イノベーションの議論は、学会のみならず実務会へも大きな影響を与えたように思われる。同議論では、既存企業は (旧技術を好む) 現有事業の顧客セグメントへの適応に最適化を図るあまり (新技術を好む) 新興セグメントへの適応に失敗するという説明経路が論じられてきた。CMOS-IS の新技術は、解像度や感度の点で旧技術 CCD に及ばないためカムコーダや DSC といった既存市場への訴求力が低い一方、消費電力や処理速度の点で携帯電話のような新興市場への訴求力が高い「典型的な」破壊的イノベーションとされる (Roy et al., 2018)。これに対して IS 主導企業ソニーでは、カムコーダや DSC といった既存市場に訴求する特性の開発を行うことで新技術 CMOS-IS の事業化を行い新興企業が興隆する携帯電話 (以下カメラフォン) の市場へも導入を進めており、それが市場地位を維持する一要因になっていた。

先行研究では、市場と技術についてその特性の違いからしばしば二分法で分けて議論する傾向にあった。これに対し本研究では、技術の用途市場には複数あるという論点が強調される。旧技術の対象市場へ新技術を導入していくことによって、一見不連続な新旧技術と市場について投資が正当化され連続性が確保される。従来余り論じられなかった既存企業にとって、新技術の事業化への入り口を選択的に確保していく観点を導くことができた。また IS 産業ではこのように既存企業が既存市場での新技術の事業化に成功した場合、むしろ新興企業が新技術によって既存市場を侵食することは困難であった。先行研究では用語の揺れを認めながら新旧や革新/漸進・能力破壊/向上・破壊的/持続的など、技術変化の性質について明確なカテゴリーが行われてきた。ただし、上記技術の入り口市場という観点からは、新旧技術に相違・代替性のみならず共通・補完性を考慮しうると考えられた。また IS 産業では新用途カメラフォン市場での事業展開の障害は、先行研究が重視する市場規模よりも高い競争圧力にあり、新旧に関わらず企業が曝されていた。

(3) 技術のみならず顧客産業における構造変化が、新旧企業の市場地位を変化させていた。

IS 産業にとって新興の顧客産業となるカメラフォン市場は、その急速な成長の過程でスマートフォン製品の形態が導入・普及されていった。製品形態の変化は主導的な企業の市場地位に大きく影響し、Nokia や Motorola が凋落する一方、Apple や Samsung、中国企業が大きく事業を伸ばした。破壊的イノベーションに代表される先行研究では、新技術への転換の遅れが既存企業の凋落につながるとしばしば論じられてきた。これに対して IS 産業の観察からは、既存企業は技術転換に遅れても、顧客市場において台頭する新興企業への訴求を通じて、市場地位を維持する可能性が示された。

(4) 既存の多角化企業では他製品事業即ち全社戦略が、本産業でのイノベーション適応に影響

していた。

先行研究では、主に投資インセンティブや資源能力、認知の観点から、旧技術への固執が生じ、既存企業の凋落につながるとされる(e.g. Tushman & Anderson, 1986; Henderson & Clark, 1990; Tripsas & Gavetti, 2000)。IS産業の観察からは、これに加えて、既存研究でほとんど論じられることがなかった全社戦略の観点からの説明経路の可能性が示唆された。特定産業でのイノベーションへの適応行動は、社内での資源配分やその見直しを通じて他製品・事業の状況に影響を受けることがありうる。

IS産業の既存日本企業に注目すると、CCDからCMOS-ISへの転換が大きく進む2000年代に、ソニーは他二社に比べてIS事業により注力できたように考えられる。パナソニックはデジタル家電向けの統合プラットフォームとなるシステムLSI事業、シャープは液晶パネル及び液晶テレビ事業の育成に努力していた。両社がこれら他製品事業に注力したことが、CMOS-ISにおいて標準的な技術になるも開発と設備に多額の投資が必要になるBSI構造を実現しなかった一因と思われる。これに対して、ソニーは比較的早期に、ゲーム機向けに開発され、他分野へと展開を図るはずだったシステムLSI「Cell Broadband Engine」が不調になる。その結果ISが半導体事業におけるコア商品であり続けた。かつて他に強力な半導体製品を持たなかったがゆえに開発へまい進でき、事業化をリードできたCCDと同じ構図があったように思われる。同社はCMOS-ISへの移行に遅れたとしばしば言われるものの、他の日本企業と比較にならない莫大な投資をIS事業に行ってきた。Cellを開発していた優秀なCMOS技術者たちや旺盛な中途採用が、同社によるCMOS-ISの重要な技術開発、BSI構造や積層型構造の実現に大きな役割を果たしたとされる。IS産業では、CMOS-ISのイノベーションがカメラフォンのような新興市場の急激な成長に関わったため、産業の成長率や必要な投資規模について、事業ポートフォリオの中で見直しが行われたのではないだろうか。製品事業の多角化は、特定の事業におけるイノベーション適応行動によって、プラスにもマイナスにも作用しうると考えられる。

(5) 上記の知見は、画像半導体IS産業単体の歴史的事例研究・文脈から得られたものであり、一般化するものではない。今後、企業のイノベーションへの適応行動をみる観点として技術の入り口市場や全社戦略の議論を深めていくことが考えられる。

<参考文献>

- ①Abernathy, W. J. Utterback, J. M. 1978 Patterns of industrial innovation, *Technology Review*, 80(7): 40-47.
- ②Chesbrough, Henry. 1999 The Organization Impact of Technological Change: A Comparative Theory of National Institutional Factors, *Industrial and Corporate Change*, 8 (3): 447-485.
- ③Christensen, Clayton M. 1997. *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- ④Henderson, R. K. Clark. 1990 Architectural Innovation: the Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms, *Administrative Science Quarterly*, 35: 9-30.
- ⑤Porter, M. E. 1990 *The competitive advantage of nations*, Free Press.
- ⑥Roy, R. Lampert, CM. Stoyneva, I. 2018. When dinosaurs fly: The role of firm capabilities in the 'avianization' of incumbents during disruptive technological change, *Strategic Entrepreneurship Journal*. 12: 261-284.
- ⑦Saxenian, A. 1994 *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*, Harvard University Press.
- ⑧Tripsas, M. G. Gavetti. 2000 Capabilities, Cognition, and Inertia: Evidence from Digital Imaging, *Strategic Management Journal*, 21 (10-11): 1147-1161.
- ⑨Tushman, M. Anderson, P. 1986 Technological Discontinuities and Organizational Environments, *Administrative Science Quarterly*, 31: 439-465.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 福島英史	4. 巻 57
2. 論文標題 IS産業の構造変化とアジア新興企業	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 経営志林	6. 最初と最後の頁 41-53
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------