

電子デバイス事業における後発優位のメカニズム

—液晶事業を事例として—

**The mechanism of late mover advantage in electronic device industry:**

**A case study on LCD industry**

長 野 寛 之

NAGANO, Hiroyuki

(兵庫県立大学)

(University of Hyogo)

石 田 修 一

ISHIDA, Syuichi

(立命館大学)

(Ritsumeikan University)

玄 場 公 規

GEMBA, Kiminori

(立命館大学)

(Ritsumeikan University)

**要旨**

大型設備投資を伴う電子デバイス事業では、先発者の属する国とは別の国の後発者が参入し、先発者を凌駕する事例が多く見受けられる。この後発優位がどこに存在するのかをイノベーション・ダイナミクスの視点で分析した。

本研究ではアバナシー／アターバックモデルを枠組みとして、製品デザインと製造プロセスの変化と後発者のメリットの視点で分析した。その結果、後発優位は製品デザインと製造プロセスの固定化に密接な関係を有しているという仮説が導出された。後発者はこの機会を捉え、新しい顧客を開拓し、大規模で効率の高い工場を建設し、材料、設備の内製化、国産化でコスト削減を行うというプロダクションに纏わるイノベーションを起こして

いる。

この仮説をLCDに当てはめ定性的に検証した結果、上記仮説は矛盾無くこれを説明することができた。この知見は今後の日本の電子デバイス業界の国際生産戦略にとって実践的な示唆がある

## **Abstract**

In the electronics industry, there are many instances of first mover firms being overtaken by overseas late movers with large investments. In this study, we analyze late mover advantages in reference to innovation dynamics.

We analyzed late mover advantages using the Abernathy/Utterback model from the viewpoint of a product design change, a manufacturing process change, and a late mover advantage, namely profit size. As a result, we hypothesize that a late mover advantage is closely related to standardization of a product's design, and a manufacturing process. We conclude that the late mover innovates based on aspects of production using the opportunity for standardization of the product design and the manufacturing process.

We qualitatively verified this hypothesis by applying it to the LCD industries. As a result, the hypothesis was explained without inconsistencies. This is an important aspect of the development strategy of the Japanese electronics industry.

## **キーワード**

後発優位、電子デバイス、液晶、イノベーション・ダイナミクス

## **Keywords**

late mover, latecomer, electronics industry, LCD, innovation dynamics

## **1. 研究の目的**

大型設備投資を伴う電子デバイス事業では、先発者とは別の国・地域のメーカーが後発で参入し、プロダクトライフサイクルの後半において先発者を凌駕する事例が多く見受け

られる。CRT (Cathode Ray Tube)、半導体メモリー、液晶がその事例に当てはまる。

これまで、韓国、台湾の電子デバイスメーカーの成功要因に関して、多くの研究がなされ、それらは概ね先発者からの技術の獲得とその後の彼らの果敢な投資戦略、あるいは国の産業育成施策であったと結論づけている。

しかし、それだけで、後発者が先発者を凌駕したことを説明するには不十分である。後発者がどのような機会を捉え、どのような戦略で先発者を凌駕したのかを探求することが、日本の電子デバイスメーカーにとって重要である。特に彼らが後発参入であることから、イノベーション・ダイナミクスに関連づけて分析すべきであるが、このような研究事例は見当たらない。また電子デバイス事業は高額な設備投資を伴う産業であり、先述のイノベーション・ダイナミクスと後発者の設備投資戦略の関連を分析することが重要であるが、このような研究事例も見当たらない。

イノベーション・ダイナミクスの視点でものづくりを俯瞰すると、時系列で製品デザインおよび製造プロセスが変化する。この変化は後発者の設備投資戦略に影響を与えたと考えられる。この影響を分析することが、電子デバイス事業における後発優位のメカニズムをより正確に理解することに繋がる。

このメカニズム解明は、後発者よりも先発者の競争戦略構築に役立つ。イノベーション・ダイナミクスに従って先発者である日本の電子デバイスメーカーはグローバルな視点で最適な生産戦略構築する必要があるが、後発者が先発者である日本企業を席卷している昨今、後発優位のメカニズムを正確に理解し、これを国際生産戦略に活かすことが日本の電子デバイスメーカーにとって重要と考える。

## 2. 先行研究レビュー

### 2. 1. 韓国、台湾メーカーの成功事例研究

半導体メモリー、CRT、液晶における韓国、台湾メーカーの成功に関して多くの研究がある。曹(2005)はサムスンのCRT、半導体メモリー、液晶の事例から、彼らの躍進は、日本からの技術導入と、その後の技術力向上に関する彼らの優れたマネジメントと、不況時にも果敢に投資した戦略によるものとしている。中田(2008)は、液晶で日本メーカーが韓国・台湾メーカーに追い越されたのは、日本からの設備と人による技術流出、日・韓・台

の投資戦略の差であるとしている。新宅(2008)は日本の材料と設備メーカーが韓国・台湾液晶産業のキャッチアップを支えたが、韓国液晶メーカーはさらに材料と設備の国産化、設備能力の継続的改善、日本の設備メーカーを巻き込んだ設備のプラットフォーム化を戦略的に進めていると指摘している。また、徐(1995)、宋(2005)は、韓国政府が電子デバイス産業を積極的に支援したと報告している。これらの研究で、韓国・台湾の電子デバイス事業は、日本あるいは米国等の先発メーカーからの技術導入あるいは、材料、設備メーカーからの技術学習が起点であることが明らかとなった。また、その後の韓国・台湾の電子デバイス事業の成功要因が、韓国・台湾メーカーの積極的な投資戦略と国の産業施策によって大きく影響を受けたことを示している。

しかしこれらの研究では、韓国・台湾の電子デバイス事業における後発参入の成功要因について、イノベーション・ダイナミクスの視点で分析がなされていない。また高額な設備投資が後発参入にどう影響したのかも分析されていないという課題がある。

## 2. 2. イノベーション・ダイナミクスの先行研究

イノベーションの概念を初めて確立したのは Schumpeter(1934)で、①新しい財貨の生産、②新しい生産方法の導入、③新しい販売先の開拓、④新しい仕入れ先の獲得、⑤新しい組織の実現（独占の形成やその打破）の五つの新結合がイノベーションを起こすとした。シュンペーターの研究は現在もイノベーション研究の基礎をなしている。特に③、④、⑤の新結合は、イノベーションが技術の革新のみで起こるのではなく、サプライチェーン全体あるいは生産活動を実行する組織の変革で大きな革新に繋がることを示している。

イノベーション・ダイナミクスに関して多くの研究がある。その中でも Abernathy and Utterback(1978)はイノベーションを創出する側に視座を置いた研究をしている。彼らはイノベーションにはプロダクトイノベーションとプロセスイノベーションがあり、プロダクトライフサイクルの流動期には製品は多様であってプロダクトイノベーションが活発に起こる。その後ドミナントデザインが出現して移行期が始まり、イノベーションは製造の効率化を追求するプロセスイノベーションが主流となる。最後の固定期においてはプロダクトイノベーションもプロセスイノベーションも減少し、製品デザインおよび製造プロセスともに固定化し、変化に対する障壁が大きくなるとした。この研究はものづくりのイノベーション・ダイナミクスを合理的に説明しているが、これだけでは、電子デバイス事業に

においてなぜ後発者が先発者に勝つのかを説明するのに理論が不足している。それは、プロダクトイノベーションとプロセスイノベーションは先発者が行っているのに、なぜ後発者が先発者を凌駕できるのかという疑問である。中田(2008)によれば、液晶のプロダクトイノベーションは日本企業が、同じくプロセスイノベーションは日本企業と日本の設備メーカーの協業でなされているとしている。新宅(2008)は液晶における韓国メーカーの改善について指摘しているが、それは国産化あるいはプラットフォーム化であり、特許に裏打ちされるようなプロセスイノベーションではない。糸川・猪狩・吉川(2007)は、サムスンがリバースエンジニアリング型開発プロセスを用いて開発費を節約し、その代わりにデザインや市場の地域特殊性を考慮した設計に注力することで利益を高めていると分析している。これらの研究から、韓国や台湾メーカーが行ったイノベーションとは Abernathy, Utterback のプロダクトイノベーション、プロセスイノベーションとは異なるものではないかという議論に繋がる。

Abernathy, Utterback のプロダクトイノベーションは Schumpeter の①新しい財貨の生産であり、プロセスイノベーションは②新しい生産方法の導入である。Abernathy and Utterback(1978)は、Schumpeter(1934)の③、④、⑤のイノベーションについて言及していない。韓国、台湾のメーカーはこの③、④、⑤のイノベーションを実践した可能性がある。

## 2. 3. 後発優位に関する先行研究

Vernon(1966)は、プロダクトサイクルの5つのステップ、導入期、成長期、成熟期、飽和期、衰退期を提示し、米国で生まれた製品が準先進地域、やがて後進地域で生産され、最後に米国はそれを輸入することを説明した。この中で Vernon は製品の標準化と地域別のコスト優位の関係に着目し、米国の企業がなぜ海外に進出し、多国籍企業化するのかを合理的に説明している。しかし、Vernon のプロダクトサイクル論で電子デバイス事業の後発逆転を説明するには二つの課題がある。一つは、Vernon の関心事が米国の多国籍企業についてであって、技術移転が製品の標準化によって主に企業内で移転されるとしていることである。高度な製造技術を必要とする電子デバイス事業において、しかもそれが先発者から後発者に移転され、後発者が先発者を凌駕することを説明するにはイノベーション・ダイナミクスに立脚したさらなる理論の積み上げが必要である。もう一つは、電子デバイス事業

は高額な設備投資が必要で、投資判断に至ったメカニズムを説明するためにはさらなる理論の積み上げが必要である。

Lieberman and Montgomery(1988)は、先行優位論の中で先行不利を説明している。先行不利とは裏返せば後発優位ということであり、ただ乗り効果、技術・需要の不確実性、買い手ニーズの変化と技術不連続性を指摘している。しかしこれらはいずれもプロダクトライフサイクルの導入期、すなわち Moore (1991)のキャズムの前後までであり、電子デバイスのようなプロダクトライフサイクル後半での逆転を説明できない。

恩蔵(1997)は後発者の利点として、需要の不確実性に対応できる、研究開発コストの削減、プロモーション・コストの削減、顧客層の変化への対応をあげた。しかし、これも先述のキャズムを越えたあたりの成長期初期の戦略としては有効であるが、たとえば、CRT、液晶、半導体メモリーのように商品として完全に定着した後に猛烈な価格攻勢でシェアを奪う戦略を説明するには違う視点で分析する必要がある。

### 3. 研究のフレームワーク

#### 3. 1. 分析の枠組み

先行研究のレビューから、電子デバイス事業における後発優位を説明するには新たな枠組みを考える必要がある。一つ目は、生産者側からの視点で説明している Abernathy and Utterback(1978)モデルを基軸に後発者の行動を分析することである。二つ目は、電子デバイスが高額な設備投資を伴い、設備能力によって電子デバイス生産の上限が決まることから、後発者の行動の中で設備投資を決めるに至った理由、すなわち後発者が設備投資をする利点を分析することである。

本研究では、上記の枠組でまず後発者の設備投資に関する利点の分析から後発者の設備投資に関する行動の仮説を導出する。次に、液晶の事例を用いて仮説を定性的に検証する。最後に検証された仮説を基に、後発優位のメカニズムを考察する。

#### 3. 2. 後発優位のメカニズム

本節では Abernathy and Utterback(1978)モデルを視座に、後発者が設備投資を決める

に至った利点を分析することで仮説を導出する。

### 3. 2. 1. 流動期における後発者の利点

Abernathy and Utterback(1978)によると、流動期には多くのメーカーが参入し、多くの製品デザインが存在する。製造プロセスはプロダクトデザイン毎に異なるので、これもまた多くの製造プロセスが存在する。製品コストはプロセスイノベーションが進んでいないため高コストで、それを用いる最終製品の価格は高価格である。従ってそれらを購入するのは、先発者の属する先進地域における一部の層、すなわち Rogers(1995)の定義するイノベータ、初期採用者に限られる。従って市場はまだ安定しておらず、プロダクト、プロセスも安定していない。プロダクトがキャズム(Moore,1991)を越えることができなければ、後発者は投資回収のリスクにさらされ、電子デバイスのように高額な設備投資を伴う産業ではこのリスクは高くなる。

この頃はプロダクト、プロセスともにドミナントデザイン、ドミナントプロセスが存在していないために、材料、設備メーカーは十分に育っておらず、技術は先発者に存在する。従って後発者が技術を獲得するには、先発者からの技術移転に限られる。後発者は技術を先発者から導入するしかなく、先発者に対し高額の材料および設備の代価を支払う必要がある。仮に後発者の為替環境が有利で低コストで生産ができるとしても、これらが後発者の優位性を相殺してしまう。

さらに流動期は製品の性能がプロダクトイノベーションで継続的に向上しており、価格競争よりも性能競争の比重が高く、低価格戦略をとる後発者に利点はない。

### 3. 2. 2. 移行期における後発者の利点

移行期になるとドミナントデザインが出現する。一旦ドミナントデザインが決まると、製造プロセスのイノベーションが加速され、製造コストが下がり始める。

最終製品の購入者層は、先進地域ではキャズム(Moore,1991)を越え、Rogers(1995)の定義でいう初期多数派が購入を始める。後進地域においても、先発者による最終製品の輸出が始まるが、製品コストは後進地域の価格としては依然として高く、イノベータ、初期採用者が購入を開始するレベルである。しかし、市場の不確実性は流動期に比べて小さくな

っている。

プロダクトのドミナントデザインが決まることで材料の継続的使用が始まる。市場規模が大きければ、材料供給を専門に行う材料メーカーが成長してくる。製造プロセスのイノベーションが活発化し、その後に製造プロセスも固定化するために、市場規模が大きいと、材料と同様に設備を専門に作る設備メーカーが育ってくる。こうなると、後発者は先発者からの技術移転だけではなく、材料メーカーおよび設備メーカーを通じて安価に技術を導入することができるようになる（中田, 2008; 新宅, 2008）。ただし市場規模が小さいと、材料、設備メーカーにとって投資に見合う利益が見込めないで、材料、設備メーカーが育たず、分業化は進まない。

移行期になると、後進地域でも国内市場が立ち上がり始め、後発者も事業参入の利点が出てくる。また技術の獲得が流動期に比べて容易かつ安価になってくるので、為替により後発国の労働コスト、インフラコストが優位な場合、後発者が意思を持って育成を開始すれば、関連／支援産業の後進地域内での国産化も可能になる。また、国の支援策が検討されるのもこの頃である。

移行期になると後発者にとって事業参入判断の情報が揃ってくる。それらは、その製品の世界全体の市場規模と地域別市場規模、技術獲得の可能性、コスト優位の可能性、投資回収の見通し、先発者の反撃の可能性である。先発者の反撃の可能性は、プロダクトとプロセスの固定化が進むほど小さくなる。これらの情報の信憑性は移行期の後半になるほど高まり、これをもとに後発者は事業参入を決断することになる。

### 3. 2. 3. 固定期における後発者の利点

固定期に入ると、プロダクトとプロセスの固定化がますます進むことになる。また、製品のモジュール化が進み、電子デバイスのユーザーにとって先発者から後発者に切り替える移動障壁も小さくなる。最終製品市場は、後進地域を中心に広がりを見せ、価格重視の製品が求められる。

技術の獲得は材料、設備メーカーが成長し、後発者は技術を容易に手に入れることができる(中田, 2008; 新宅, 2008)。また生産設備は後発であるが故に、先発者に比べて最新のものを導入することができる(Gerschenkron, 1962)。さらに、材料、設備の国産化が進み、後発国の労働コスト、インフラコストの低さで後発者のコスト優位がさらに確実なものにな



っていく。

プロダクトとプロセスが固定化されていることから先発者は後発者に対してイノベーションによる対抗が難しく、同質化競争に突入することになる。こうなると、先発者は事業撤退か、自らが後進地域に進出して為替によるコスト優位性を獲得するか、新しいラジカルイノベーションで対抗する道を選択する。ただし、電子デバイスのような高額な設備投資を伴う産業では、クリーンルーム等の移動できない周辺設備が必要で移動コストが高くなり、後進地域に移動しても後発者に打ち勝つのは容易ではない。従ってコスト力のない先発者は淘汰されて行き、コスト力のある後発者は後進市場の拡大に伴い、競争優位のあ地域での増産を進めていくことになる。

### 3. 3. 後発優位メカニズムの仮説

以上のように、後発者の利点をイノベーション・ダイナミクスの視点で分析すると、以下の仮説を導出することができる。

「高額な設備投資の伴う電子デバイス事業において、後発者の参入は、Abernathy/Utterback モデルの移行期以降に出現し、後発者の生産は固定期に極大化する」また、そのためには次の3つの条件がある。

条件1：

最終製品の市場規模が大きく、投資回収額が大きいこと

条件2：

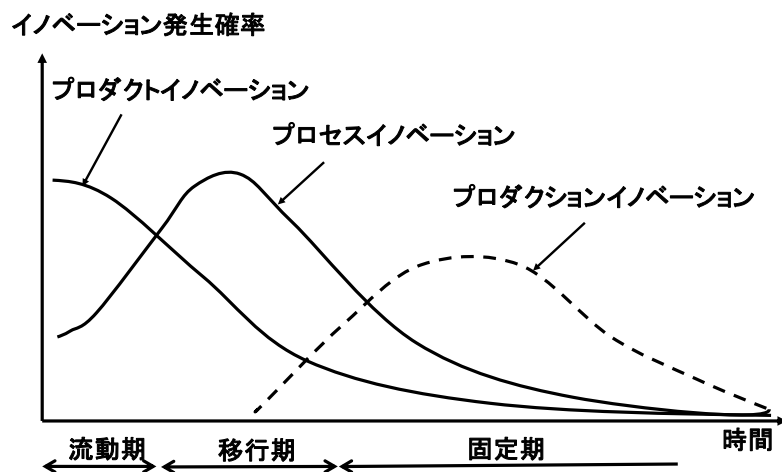
技術の獲得が先発者もしくは材料および設備メーカーから可能であること

条件3：

後発者の生産地域の労働コスト、インフラコストが安価であり、後発地域がコスト優位であること

ただし、仮説の製品デザイン、製造プロセスの固定化と条件1、2、3は後発優位の必要条件であるが、十分条件ではない。後発者が後発優位を確立するには、必要条件成立の機会を捉えて先発者に対する競争優位を構築する必要がある。それは、Abernathy/Utterback モデルのプロダクトイノベーションでもプロセスイノベーションでもなく、Schumpeter(1934)の③、④、⑤のイノベーションすなわち、新しい販売先、新しい仕入れ先、新しい組織であると考えられる。これらは広義の生産活動そのものであって、

図1の概念図で示すプロダクションイノベーションなるものが存在することを意味する。



出典：Abernathy and Utterback(1978)に筆者追記

図1 プロダクションイノベーションの概念図

#### 4. 液晶の事例

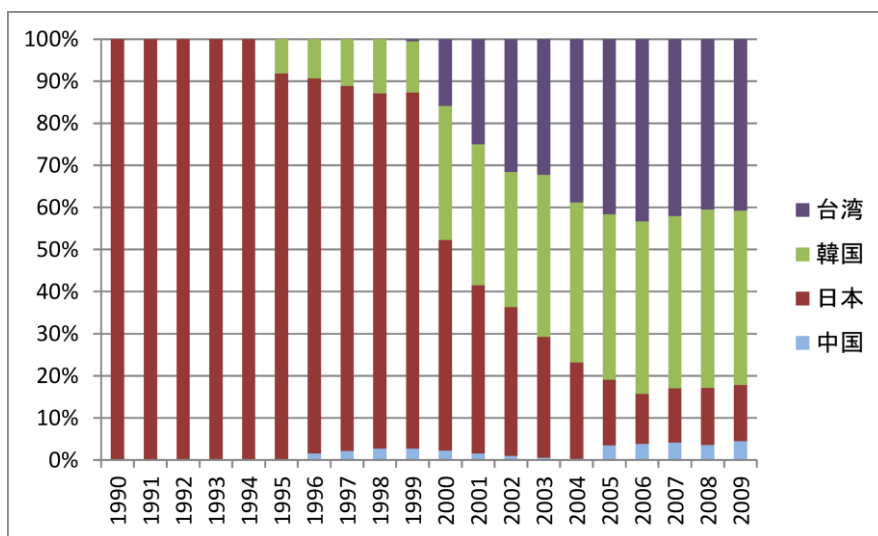
本節では、3節の仮説で液晶の事例を定性的に説明できるかどうかを検証する。

##### 4. 1. 液晶の先発者と後発者

まず、液晶の先発者、後発者を定義する。

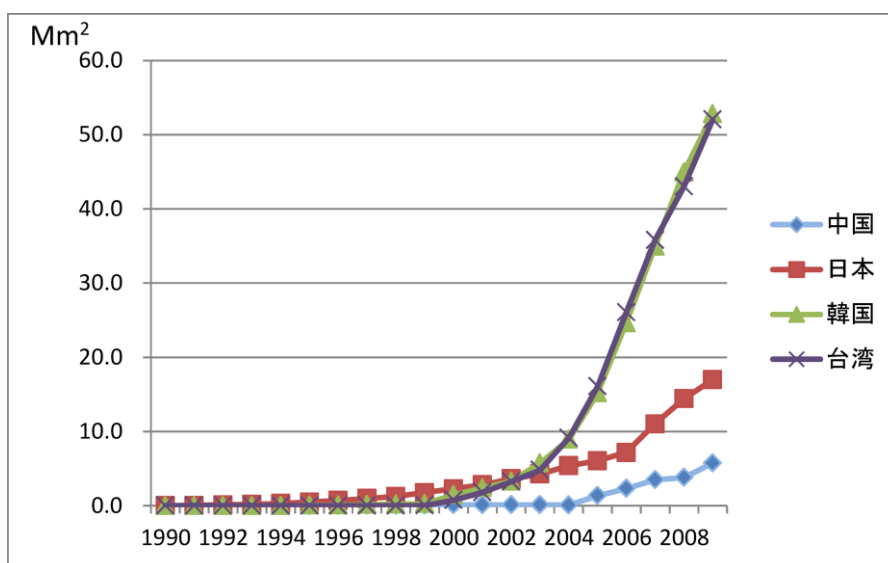
液晶ディスプレイは1968年に米RCAにより発明された。しかし、本格的な液晶の応用は1973年にシャープが電卓に応用したのが初めてである。その後液晶の実用化でリードしたのは日本であった(沼上, 1999)。

韓国は1995年から独自に液晶を生産し始めた。台湾は1999年に日本から第3世代ライン(G3:以降G1~G10と表現する)の液晶技術を導入した。G3までは日本が業界をリードしたが、1998年の韓国サムスンのG3.5、2002年のG5以降は、韓国、台湾にリードされた(新宅, 2008)。



出典：ディスプレイサーチ社のデータに筆者が一部追記し作成

図2 国・地域別の液晶パネル投入能力面積比 (%)



出典：ディスプレイサーチ社のデータに筆者が一部追記し作成

図3 国・地域別の液晶パネル投入能力面積

図2、図3は、ディスプレイサーチ社の2000年から2009年までの世界の液晶パネル製造ラインの投入能力データを基に筆者が作成した国別投入能力面積を表したものである。1990年から1999年までは、ディスプレイサーチ社のデータに含まれていなかったため、筆者が各ラインの生産開始時期と能力を各社公表資料よりから収集し、ディスプレイデータ社のデータに追加したものである。

日本は世界で初めて液晶を実用化し、その後 1999 年までは世界のほとんどの生産を担っていたが、2001 年に韓国に、2002 年に台湾に逆転された。よって、液晶の先発者は、日本、後発者は韓国、台湾、中国ということになる。

#### 4. 2. 液晶の流動期、移行期、固定期

次に、液晶の流動期、移行期、固定期を特定する。Abernathy and Utterback(1978)によれば、ドミナントデザインが現れて移行期になり、特定仕様の製造に適したドミナントプロセスが現れることにより固定期に移るとされている。従ってドミナントデザインとドミナントプロセスが現れた時期により、流動期、移行期、固定期を特定することができる。

表 1 は、野中(2006)が纏めた液晶ディスプレイの開発の歴史に筆者がその他の文献(近藤, 2006)、(今野, et al., 1995)、(岡元, et al., 1998)、(滝本, et al., 2005)、(両角 et al., 1986)、(JEITA, 2009)、それに各社発表資料のデータを加筆して作成した液晶の開発年表である。野中(2006)によると液晶はまずエリア表示を用いた電卓、腕時計が最初に商品化され、その後ドットマトリクス表示方式が発明されてワープロ(ワードプロセッサ)や PC(パーソナルコンピュータ)あるいは携帯電話に用いられるようになった。その後液晶は大型化し、テレビにも用いられるようになった。このように、液晶には中小型とテレビ用である大型の二つの商品群が存在し、それぞれにイノベーション・ダイナミクスの流動期、移行期、固定期が存在する。テレビの大型は未だ成長期であることから、本研究では先行して開発された中小型について分析を加えていくことにする。

表 1 に示すように、中小型液晶の最初の重要な発明は 1978 年の日立によるドットマトリクス方式液晶の開発である。これにより文字情報が任意に表示できるようになった。その後 1986 年にドットマトリクス方式の STN(Super Twisted Nematic)液晶がシャープのワープロに搭載された。また同年、松下から 3 インチの TN-aSi-TFT(Twisted Nematic アモルファスシリコン薄膜トランジスタ)液晶カラーテレビが発売され、1988 年にはシャープが 14 インチの TN-aSi-TFT 液晶カラーテレビを開発した。1990 年に STN カラーモニターが発売され、これにより中小型液晶パネルは STN と TN-aSi-TFT がドミナントデザインとなりしばらくの間、併存することになった。従って中小型液晶の流動期は 1978 年のドットマトリクス液晶に始まり、1990 年のカラー STN の発売で移行期に移ったと言える。

表 1 液晶の開発年表

	基礎技術開発	中小型液晶	テレビ用大型液晶
1888	液晶発見(オーストリア, ライニッツァ)		
1962	液晶テレビ特許(米, RCA, ウィリアムス)		
1968	液晶表示装置(米, RCA)		
1969	TN液晶(米 フェーガソン)		
1971	交流駆動(日, シャープ, 船田)		
1973	TFT液晶(米, ウェスティングハウス, プロディ) ドットマトリクス駆動(米, アルト) ドットマトリクスバイアス駆動(日, 日立, 川上)	液晶卓卓発売(日, シャープ) TN液晶腕時計発売(日, 諏訪精工)	
1978		<b>ドットマトリクス液晶(日, 日立)</b>	
1979	aSi-TFT(英, スペアー)		
1984	STN(スイス, ボベリ, シェーファー) MIM(日, セイコーエプソン, 両角) VA特許(仏, クレール)		
1986		STNワープロ発売(日, シャープ) 3"カラーTN-aSi-TFT発売(日, 松下)	
1987		白黒DSTN発売	
1988		<b>14" カラーTN-aSi-TFT発売(日, シャープ)</b>	
1989		<b>カラーDSTN発売</b>	
1990		<b>カラーSTN発売</b>	
1992			IPS特許(独, フランフォーファー)(日, 日立)
1993			OCB原理(日, 西山)
1995			低温PoSiTFT(日, 三洋, シャープ) IPS(日, 日立, 近藤)
1996			IPS発売(日, 日立)
1998			MVA(日, 富士通, 岡本)
2001			ASV発売(日, シャープ)
2004			OCB発売(日, 東芝)

出典：野中（2006）に筆者修正追記

次に、中小型液晶のドミナントプロセスを調べることで移行期を特定する。液晶の本格的な量産を始めたのは1990年から1992年にかけてG1を建設した日本メーカーで、基板サイズは概ね320mm×400mmであった。主な工場を挙げるとNECが鹿児島に、シャープが天理に、東芝が姫路に、松下が石川に建設した。この頃の製造ラインは各社各様で、液晶パネルメーカー各社が設備メーカーに専用の装置を発注し、液晶パネルメーカーが生産システムを構築していた。

1992年から1994年にかけて、再び日本の液晶パネルメーカーがG2の建設を開始した。基板サイズは概ね370mm×470mmで基板面積はG1の1.36倍と若干効率化が進んだ。G2はG1よりも標準化が進んだが、まだ標準的工場レイアウトは存在していなかった。日本の液晶パネルメーカーの投資が一段落した1995年に、韓国のサムスンとLGが日本の設備メーカーから生産設備を輸入し、G2を立ち上げた。韓国はこの頃半導体DRAMで世界のトップクラスにキャッチアップしており、比較的製造プロセスが似ていたTN-aSi-TFT

は日本の材料、設備メーカーの協力を得て自前で立ち上げることができた。

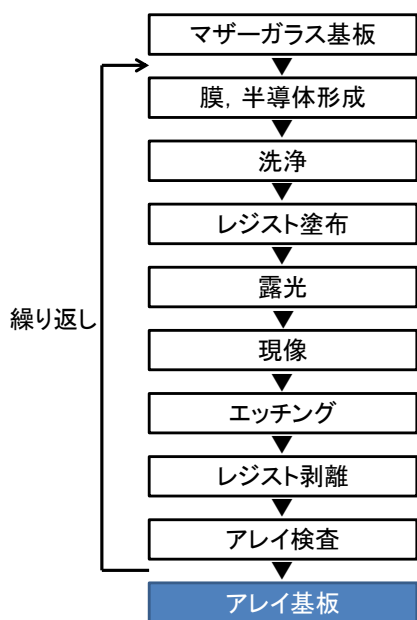
G 3 も同様に日本から立ち上がり始め、1995 年にシャープが三重県多紀で、1997 年には日立が茂原で、NEC が秋田で立ち上げた。韓国は日本から遅れること僅か 1 年余りで 1996 年にサムスンが、2 年余りの遅れで 1997 年に LG が独自に G 3 を立ち上げた。台湾は日本の先発者からの技術導入により、日本から遅れること 4 年、韓国から遅れること 3 年で、1999 年末に G 3 を立ち上げた。G 3 のガラスサイズは概ね 550mm×650mm で G 2 に比べて約 2 倍の面積となり、大幅に生産性を上げることができた。

G 3 は標準化が進み、プロセスのモジュール化とラインのフレキシブル化が図られ、製造ラインがプラットフォーム化された。液晶パネルの製造工程は、液晶の駆動部を作るアレイ工程、液晶パネル表側のカラーフィルターを作る工程、アレイとカラーフィルターを組み合わせ中に液晶を注入するセル工程、パネルにドライバーを実装する実装工程に分けられる。その中でも真空装置が多いアレイ工程が最も設備投資額が高く、SEAJ(2012)によると、2002 年から 2011 年までの 10 年間の日本の液晶パネルメーカーの全設備購入額の 73.5% はアレイ工程が占めていた。したがって、設備投資額の大小はアレイ工程の設備の影響が最も大きかった。

図 4 は G 3 のアレイ工程のプロセスフローを示す (鈴木, 2005)。アレイ工程は膜形成、ホトリソグラフィ、エッチングのプロセスモジュールに分解され、これらを複数回繰り返すことでアレイ基板が製造できるようになった。さらに工場レイアウトは図 5 に示す日立茂原の V 2 ラインのように (舟木, et al., 1998)、自動化された工程間搬送と工程内搬送でモジュール化されたプロセス設備が連結され、プロセスモジュールを任意の順番で選択できるようになった。これにより液晶のアレイ基板はライン構造の影響を受けず、aSi-TFT であさえれば自由な設計が可能となった。

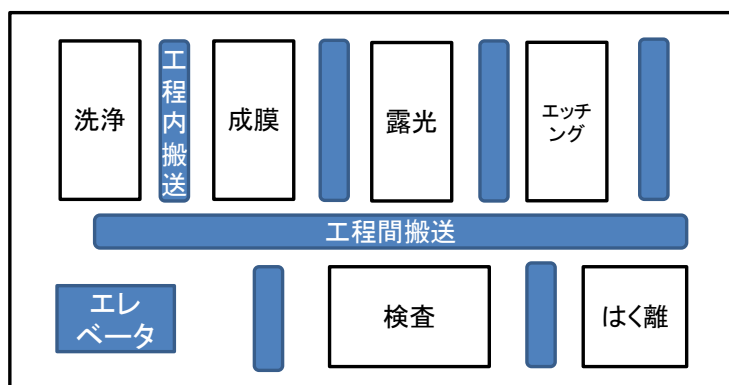
このことは液晶の製造ラインにとって二つの意味を持っている。一つは、液晶の製造ラインが固定化したことである。どんなデバイスでも aSi-TFT であれば作ることができるので、以後この製造ラインの基本構造を変える必要はなくなった。変えたのはガラス基板の大型化のみであった。二つ目は、プロセスがモジュール化したために、設備メーカーが独自に生産設備を開発できるようになったことである。生産設備は G 3 までは液晶パネルメーカーと設備メーカーの緊密な協業で開発されてきた。しかも、プロセスを主導的に決定するのは液晶パネルメーカー側だった。しかし、G 4 以降は設備メーカーが主導的に生産設備を開発し、液晶パネルメーカーがそれを評価する立場に変わってきた。これ

により、設備メーカーの自立性が高まり、設備メーカーは自らが開発した生産設備を自由に販売し、生産設備の流通性が飛躍的に増すことになった。これは同じように工場がプラットフォーム化した半導体の前工程に似ている。



出典: 鈴木(2005) を修正作成

図4 アレイ工程のプロセスフロー



出典: 日経マイクロデバイス(1998)

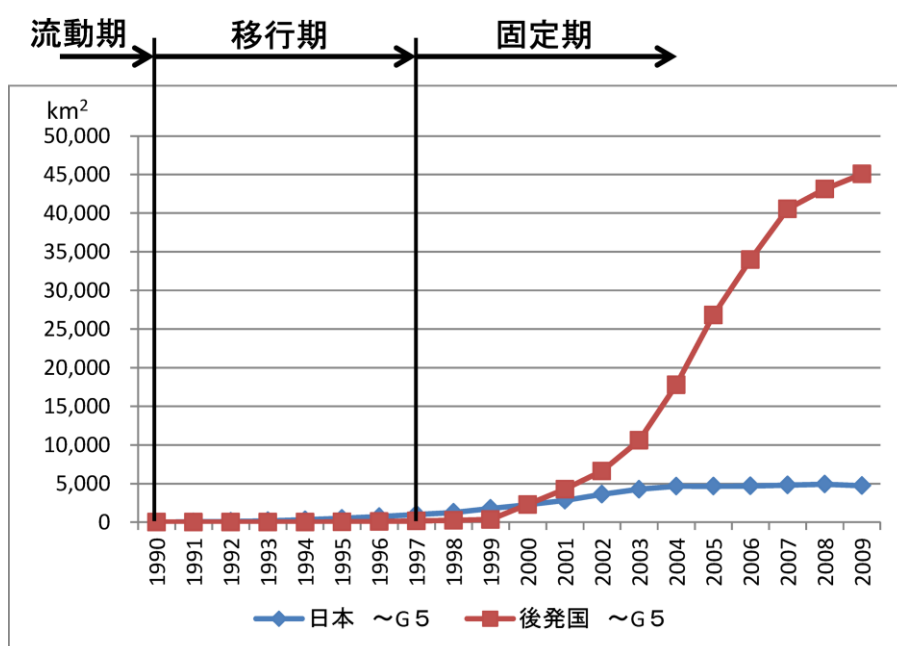
図5 日立茂原のV2ライン

以上のように、G3以降製造ラインがプラットフォーム化したことから製造ラインの固定化が始まった。中小型液晶の移行期は、日立茂原V2が立ち上がった1997年で終わり、

以降は固定期に入ったと言える。

#### 4. 3. 液晶の先発者と後発者の生産推移

図6は、中小型液晶パネルの投入能力面積を先発者の日本と後発者にまとめてその推移を示したものである。G6以降のラインは主にテレビ用の大型液晶に使用されているので、ここではG1からG5までの投入能力面積を集計した。

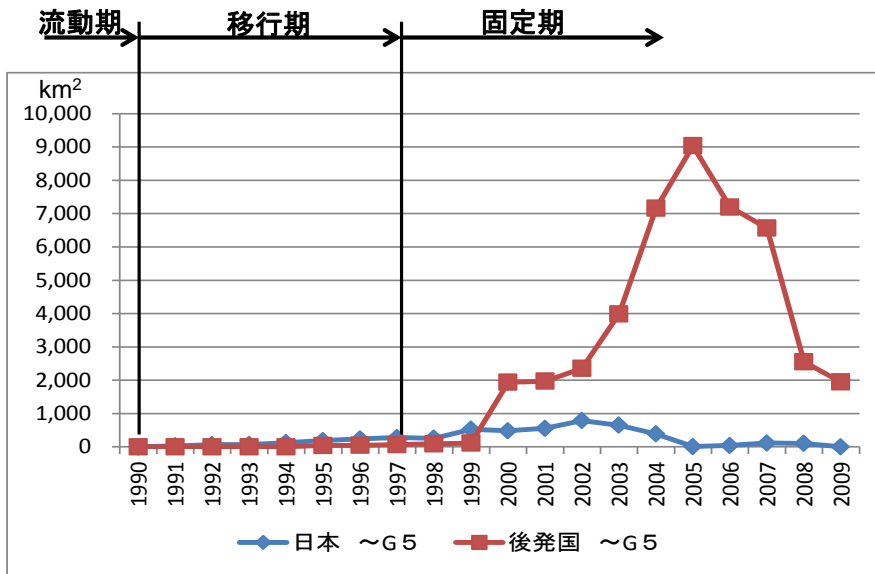


出典：ディスプレイサーチ社のデータに筆者が一部追記し作成

図6 G5までの先発者、後発者投入能力面積の推移

図6のように、先発者は移行期初期から生産能力を拡大し続けている。一方、後発者は移行期後半の1995年にサムスンが生産を開始しているが、本格的に増産を始めるのは固定期に入った2000年以降である。図7は、G1からG5までの先発者と後発者の能力増強の総和を表している。先発者の日本が2004年を最後に、ほとんど能力を増強していないのに対し、後発者は2004年から2007年まで盛んに能力増強をしている。





出典：ディスプレイサーチ社のデータに筆者が一部追記し作成

図7 G1～G5の先発者、後発者の能力増強の総和

## 5. 液晶の後発優位に関する仮説の定性的検証

前節までは、液晶の後発逆転がどのようなものであったかを説明してきた。本節では3節の仮説が液晶の事例を合理的に説明できるか定性的に検証する。検証にあたっては後発者の利点に注目する。

### 5. 1. 流動期における後発者の利点

1990年までの液晶の流動期において、液晶の方式はパッシブ型、アクティブ型の二つの方式があった。またパッシブ型にもSTN、DSTNの二つの方式が存在し、アクティブ型にもaSi-TFT、ダイオード型のMIM(両角, et. al., 1986)の二つの方式があり、さらにaSi-TFTにもトランジスターが上向きか下向きかのスタガ型、逆スタガ型の二つの方式が存在していた。最終的にはaSi-TFT、逆スタガ型に収斂するのであるが、当時としてはどの方式がドミナントデザインになるか予測が難しい状況で、後発者が設備投資をするにはリスクが存在していた。液晶は当初から大規模市場に発展する可能性が予測されていたが、この時点ではまだ市場は安定しておらず、設備投資をしても投資回収できないリスクも存在していた。

流動期では先発者の日本メーカーが技術を所有していたので、後発者は先発者との契約なしには技術移転することは難しい。従って後発者が事業参入するには、技術移転の困難な環境と投資に関するリスクが存在し、利点はなかったと結論づけられる。よって3節の仮説は合理的にこれを説明できる。

## 5. 2. 移行期における後発者の利点

移行期になると STN と aSi-TFT の二つのドミナントデザインが出現した。最終的には aSi-TFT に収斂されることになったが、当初はコスト優先であれば STN、性能優先であれば aSi-TFT の棲み分けができていた。当時はノート型 PC が各社より発売され、PC 用として大きな市場規模に発展することが予測されるようになった。その結果、日本各社は積極的に G 2 の投資を始め、設備メーカー、材料メーカーもこれに協力する形で規模を拡大し始めた。独自に液晶の開発を進めていた韓国メーカーも日本の材料、設備を購入することができるようになり、サムスンと LG は G 2 設備を日本から導入し、材料を日本から調達することで生産を開始できるようになった。設備、材料メーカーは海外液晶パネルメーカーには日本メーカーよりも割高な価格で販売していたが、彼らは有利な為替条件を背景とした低労働コスト、低インフラコストで設備と材料のコスト高を相殺し、日本に対して徐々に互角の競争力を有するようになった。最も高額な材料のガラス基板は韓国サムスンと米コーニングとの合弁会社であるサムスンコーニングでの生産が始まり、コスト競争力も次第に増していった。この時期には液晶の普及は確固たるものになってきており、市場の不確実性は流動期に比べると相当小さくなっていた。従って移行期になると後発者の利点は増大し、将来の予測も正確にできるようになった。このように、液晶の移行期においても3節の仮説は合理的に説明できる。また、条件1、2、3ともに成立する。

## 5. 3. 固定期における後発者の利点

固定期に入ると、先述のように G 3 で製造ラインがプラットフォーム化した。その結果、設備メーカーの自立化が促進され、設備の流動性は高くなった。日米欧の材料・設備メーカーも2000年を過ぎたあたりから積極的に韓国、台湾に直接投資をするか、あるいは現地メーカーとの合弁会社を設立し、後発者は移行期よりもさらに安価な設備と材料を手に入

れることができるようになった。例えば韓国では、先述のようにガラスはサムスンコーニングで早くから内製化が進み、旭硝子が亀尾に、日本電気硝子がパジュに進出した。また台湾では旭硝子、日本電気硝子、NHテクノグラスが進出した。カラーフィルターでは住友化学、凸版印刷が台湾に進出、偏光板も住友化学、日東電工が台湾に進出した。その他液晶材料のチッソ、レジストのJ S R、ガラスの米コーニングが台湾に進出するなど台湾は大規模な液晶産業クラスターを形成することとなった。また液晶生産設備大手の日本のアルバックも韓国、台湾に現地法人を設立した。

1997年のアジア通貨危機以降日本円に対して韓国ウォンは大幅に下がり、韓国の労働コスト、インフラコストは通貨危機以前よりもさらに有利になっていた。JETROの2009年の調査では、人件費は日本に対して韓国、台湾とも1/3、電気料金も韓国が1/3、台湾が2/3であった。またこの頃は、PCモニター、携帯電話、車載用ディスプレイの需要が大幅に増大した。富士キメラ総研の調査では、テレビを除くTFT液晶の生産台数が2001年には1億6千万台だったのが、2007年には16億台と約10倍に拡大するほどで、後発者の設備投資のインセンティブは益々増大した。

このように、韓国、台湾は、日本に対して低い労働、インフラコストであるということ、液晶が大規模な市場に成長し、製造ラインのプラットフォーム化という機会を契機に材料、設備メーカーが成長することで技術の獲得が容易になり、その結果、後発者は増産投資で大きな利点を得られることになった。従って、固定期においても、3節の仮説は合理的に液晶の事例を説明でき、条件1, 2, 3ともに成立している。

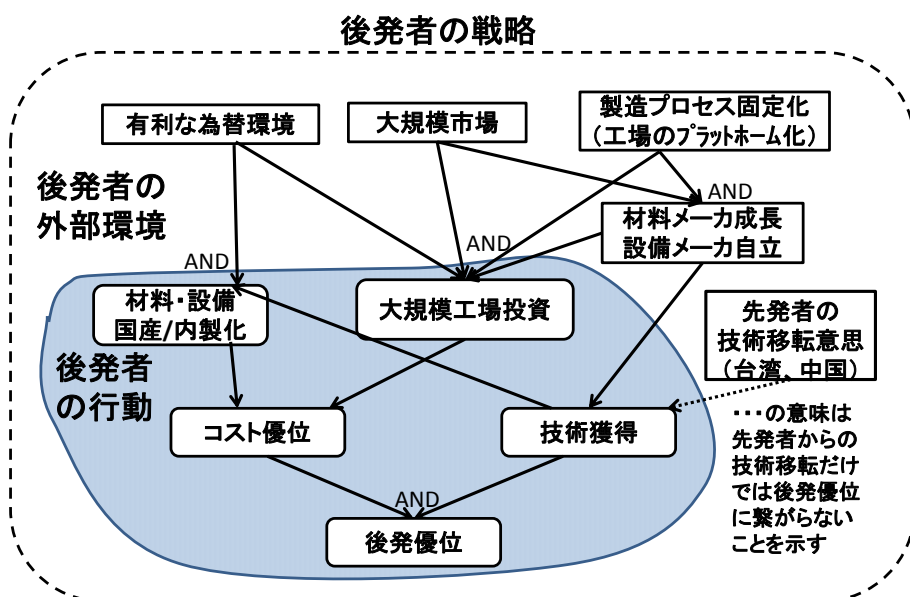
## 6. 追加的考察

### 6. 1 後発優位のメカニズム

これまで、イノベーション・ダイナミクスが、後発者の利点を作り出すという仮説を導出し、中小型液晶でそれを定性的に証明した。しかし、これらは後発者を取り巻く外部環境による要因であって、後発者がこの機会を捉えて戦略的に行動しないと後発優位は形成されない。3節では、プロダクトイノベーション、プロセスイノベーション以外のプロダクションイノベーションの存在を指摘したが、本節では図8に基づき後発優位のメカニズムについて考察する。

図8で、網掛け部分は後発者の行動、網掛け部分以外は後発者の外部環境を示している。戦略は外部環境に適応して当該者が行動を立案し実行することであるから、図8全体は後発者の戦略を示している。

まず、外部環境の有利な為替環境、大規模な市場は後発優位の必要条件であり、3節において示した条件1，3に相当する。5節で説明したように、条件2の技術の獲得については、台湾メーカーは先発者である日本メーカーから技術導入を行ったが、韓国メーカーは先発者から技術導入を行っていない。技術導入契約では先発者のコントロール下で技術移転が行われるため、後発者の逆転には繋がらない。後発者の逆転は日本からの技術提携の外で行われる材料、設備メーカーを通じての技術移転で可能となる。この材料、設備メーカーを通じた技術移転は材料、設備の購入とそれに伴う技術情報開示によって行われるものであり、韓国メーカーはこれにより技術を獲得した。一方台湾メーカーは、G3の技術移転でまず技術のキャッチアップを図り、G5以降は韓国メーカーと同様に主に材料、設備メーカーより技術を獲得し自前で工場を立ち上げた。この材料、設備メーカーを通じての技術移転は、製造プロセスの固定化とその後の材料メーカーの成長、設備メーカーの自立化というイノベーション・ダイナミクスと密接な関係がある。これに先述の有利な為替環境、大規模な市場、さらに後発者の戦略的行動が加わって後発優位が形成される。



出典：筆者作成

図8 液晶における後発優位のメカニズム

次に後発者の行動について考察を加える。後発者は、獲得した技術と有利な為替環境、大規模な市場の条件を活用して、大規模工場を建て、材料、設備の国産化、内製化を行った。韓国、台湾メーカーのG3～G5の1ラインあたりの平均投入能力をディスプレイサーチ社のデータから計算すると、2002年には韓国、台湾液晶メーカーの平均がともに約33万m<sup>2</sup>/年だったのが2007年には韓国が93万m<sup>2</sup>/年、台湾が131万m<sup>2</sup>/年に拡大している。一方、日本液晶メーカーのG3、G4（日本メーカーはG5を建設しなかった）の1ラインあたりの平均投入能力は、2002年に15万m<sup>2</sup>/年と元々小規模だったものが、2007年でも僅か20万m<sup>2</sup>/年とほとんど改善されていない。よって日本の液晶メーカーは規模の経済によるコスト削減の取り組みが韓国、台湾メーカーに対して不十分であったと言える。これはGerschenkron(1962)が指摘したことと同じことが起こっている。逆説的な表現をすれば、韓国、台湾の液晶パネルメーカーは、イノベーション・ダイナミクスで生まれた機会を捉え、規模の経済で日本メーカーを凌駕する戦略的な行動を採っていたと言える。

また、韓国、台湾の液晶メーカーは材料、設備の内製化、国産化にも積極的に取り組んでいる。最も高価な部材であるガラス基板は韓国サムスン傘下のサムスンコーニングでの生産を早くから開始している。カラーフィルターも日本の液晶パネルメーカーが内製化を見送ったのに対し、韓国、台湾各社はG7より内製化に踏み切っている。偏光板もLG化学等の系列会社への発注比率を増やしている。設備についても一部ではあるが、韓国、台湾メーカーは液晶設備の国産化に取り組んでいる。

以上のように固定期に入り、後発者は大規模市場を狙い、有利な為替環境を活用し、工場の大規模化と、材料、設備の国産化、内製化で先発者に対して高いコスト競争力を構築した。これを可能ならしめたのは、有利な為替環境と液晶が大規模市場であるということに加えて、イノベーション・ダイナミクスの必然であるプロセスの固定化であった。

## 6. 2 プロダクションイノベーションの概念と含意

これまで説明したように、プロダクションイノベーションとは後発者が有利な為替環境と大規模市場の中で、後発者がプロセスの固定化を機会として捉え、広義の生産に纏わるイノベーション、すなわち材料・設備メーカーを通じて技術獲得を行い、材料、設備の内製化、国産化、工場の大規模化で後発優位な状況を構築することである。プロダクションイノベーションは、製造プロセスの固定化を機会として可能になるものであるため、必ず

Abernathy/Utterback モデルの移行期の後半以降になる。従って先の図1で示したように、プロセスイノベーションの後に起こるものであるが、これは後発者の戦略的な行動が伴わなければ起こらない。

本研究では、従来の研究では解明されていなかった後発優位のメカニズムを明らかにした。この理論的含意は、韓国、台湾の後塵を拝した日本の電子デバイスメーカーに実践的含意を与えるものである。日本の電子デバイスメーカーが今後新しい製品を事業化するにあたって後発優位の必要条件である、有利な為替環境、大規模市場、プロセスの固定化の少なくとも一つ以上を外す、あるいは消し込む必要がある。例えば、大規模市場でプロセスの固定化が予測される製品は、後発者の参入で熾烈なコスト競争が起こることが予測されるので、後発者がプロダクションイノベーションを実行する前に為替のコスト劣位を解消できる後進国での生産を開始する等、国際生産戦略構築を心がけるべきであろう。また、小規模市場、イノベーションが持続する製品、あるいはプロダクト・プロセスが固定化する前に次の製品に切り替えていく手法は、後発で逆転を仕掛けてくる韓国、台湾メーカーとは異なるポジショニング戦略として注目される。韓国、台湾メーカーはイノベーション・ダイナミクスに基づいたプロダクションに纏わる合理的な戦略を実践しているので、今後の日本の電子デバイスメーカーは韓国、台湾メーカーを超える戦略構築が求められる。

## 7. 結論と本研究の限界

本研究は、高額な設備投資の必要な電子デバイス産業における後発優位のメカニズムを中小型液晶の事例をもとにイノベーション・ダイナミクスの視点で明らかにした。後発優位のメカニズムとは、有利な為替環境にある後発者が、大規模市場が期待される製品において、プロセスの固定化という機会を捉えて、材料、設備の供給者より技術を獲得し、材料や設備の内製化、国産化を推進し、大規模で高効率な生産体制を整え、コスト優位を確立して先発者を凌駕することである。したがって、プロセスイノベーションが進み、固定化したときに、後発者に優位に働く。以上の知見は、先発者の競争力維持の施策に重要な含意となる。すなわち、後発者がコスト競争を仕掛ける前に、先発者はこれに打ち勝つ国際生産戦略を構築するか、後発者とは異なるポジショニング戦略を採るべきであろう。

なお、本研究は中小型液晶を事例として後発優位の解明を行ったが、大型液晶を含む電子デバイス全般にわたってこの知見が成り立つかどうかを証明するには、さらなる事例検

証が望まれる。これについては今後の課題である。

## 参考文献

…和文…

天野倫文(2005),『東アジアの国際分業』,有斐閣

今野隆之・宮下哲也・内田龍男(1995),「高分子安定化配向型セルを用いた OCB セル」,  
『テレビジョン学会誌』,Vol.49,No.11,pp.43-48

糸久正人・猪狩榮次郎・吉川良三(2007),「サムスン電子におけるリバーズ・エンジニアリ  
ング型開発プロセスイノベーションを追求することは競争優位の源泉に繋がるのか?」,  
21COE University of Tokyo MMRC Discussion Paper No.165

岡元健次・小池善郎・武田有広(1998),「超高画質 MVA-TFT 液晶ディスプレイ」,『FUJITSU』,  
Vol.49.No.3,pp.175-179

恩藏直人(1997),「逆転の経営力―注目される「追随逆転型」の競争戦略」,『Business  
Research』, pp.4-13

近藤克己(2006),「IPSA 技術とその将来技術展望」,『日立評論』,Vol.88,No.10, pp.830-835

新宅純二郎(2008),「韓国液晶産業における製造技術戦略」,『赤門マネジメント・レビュー』,  
7 卷 1 号, pp.55-74

徐正解(1995),『企業戦略と産業発展―韓国半導体のキャッチアップ戦略』,白桃書房

鈴木八十二(2005),『液晶ディスプレイのできるまで』,日刊工業新聞社

曹斗燮(2005),「サムスンの技術能力構築戦略」,『赤門マネジメント・レビュー』,4 卷

10 号, pp.515-522

宋娘沃(2005),『技術発展と半導体産業―韓国半導体の発展メカニズム』,文理閣

瀧本昭雄・分元博文・中尾健次(2005),「高画質 OCB 液晶技術」,『東芝レビュー』,  
Vol.60,No.7,pp.42-45

中田行彦(2008),「日本はなぜ液晶ディスプレイで韓国、台湾に追い抜かれたのか?」,  
『イノベーション・マネジメント』,No.5, pp.141-157

沼上幹(1999),『液晶ディスプレイの技術革新史』,白桃書房

舟木洋一・高橋健太郎・和泉志伸(1998),「特集・LSI・LCD工場の環境対策―TFT  
液晶最新事情 [第1部] 世界最大の日立茂原TFTラインが順調に稼動」,『日経マ

イクロデバイス』,日経BP社, pp.104-107

両角伸治・太田直(1986),「9インチMIM液晶ディスプレイ」,『テレビジョン学会誌』,  
Vol.40,No.10,pp.46-49

JEITA(2009),『FPDガイドブック産業編』,一般社団法人電子情報産業協会, pp.12

SEAJ(2012),『半導体・FPD製造装置販売統計 -2011年度版』,一般社団法人日本半導  
体製造装置協会

…英文…

…Books…

Gerschenkron,A.(1962), *Economic Backwardness in Historical Perspective; A  
Book of Essay*; The Belknap Press of Harvard University (絵所秀紀・雨宮昭彦・  
峯陽一・鈴木義一訳(2005),『後発工業国の経済史』,ミネルバ書房)

Moore J.A. (1991), *Crossing the Chasm—Marketing and Selling Disruptive  
Products to Mainstream Customers*, Collins Business Essentials  
(川又政治訳 (2002) ,『キャズム—ハイテクをブレイクさせる「超」マーケティング  
理論』,翔泳社)

Rogers,E.M. (1995), *Diffusion of Innovations, Fifth Edition*, Free Press, A Division  
of Simon and Shuster Inc. (三藤利雄訳(2007),『イノベーションの普及』, 翔泳  
社)

Schumpeter, J. A. (1934), *The Theory of Economic Development—An Inquiry into  
Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*; Cambridge Harvard  
University Press (塩野谷祐一・中山伊知郎・東畑精一訳(1977),『経済発展の理  
論2冊』, 岩波書店)

…Papers…

Abernathy,W.J., Utterback,J.M.(1978), “Patterns of industrial innovation”,  
*Technology Review*, vol.80,No.7,pp. 40-47

Lieberman M.B., Montgomery D.B. (1988), “First-Mover Advantages”, *Strategic  
management Journal*, Vol. 9, pp.41-58

Vernon R. (1966), ”International Investment and International Trade in the  
Product Cycle”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 80, pp.190-207