

## 製品アーキテクチャが分業構造に与える影響と

### 国際競争力の分析：液晶テレビの事例

立本博文（兵庫県立大学）

#### I はじめに

製品アーキテクチャが分業構造に与える影響は経営学上の中心的なテーマである (Alexander[1964]; Simon[1970]; Langlois and Robertson[1992]; 藤本・青島・武石[2001]; Baldwin and Clark[2000])。この影響は国内の分業構造の変化だけでなく国際分業のあり方についての変化も含んでいる (藤本・新宅[2005]; 丸川[2007]; 今井・川上[2006]; 藤本・天野・新宅[2007]; 新宅・立本・善本・富田・朴[2008]; 立本・許・安本[2008]; Tatsumoto, Ogawa, and Fujimoto[2009])。本研究では、特定のアーキテクチャ下にある産業の国際分業のあり方を検証し、その中で発生するイノベーションについて比較を行うことで、設計科学の視点から国際分業、産業成長と国際競争力について考察を行う。

製品アーキテクチャとは機能と部品の対応関係のスキームによって、人工物の特徴を分類する設計科学的な考え方である。インテグラル・アーキテクチャとモジュラー・アーキテクチャの二分法がよく知られている (Ulrich[1995])。インテグラル・アーキテクチャは、機能と部品の間が多対多の複雑な関係で連結されており、部品間のインターフェースも明確ではない (藤本・青島・武石[2001])。対照的にモジュラー・アーキテクチャは機能と部品の間が一对一で連結されており、部品間のインターフェースは明確に定義されている (Baldwin and Clark[2000])。インテグラル・アーキテクチャの代表的な製品は自動車であり、モジュラー・アーキテクチャの代表的な製品はパソコンである (Fujimoto[2007])。

アーキテクチャの性質から導き出される技術特性の違いは、技術を分別せずに考察された既存研究に対して多くの洞察をもたらしている。近年国際分業にこの二分法を用いた実証研究が開始されている (藤本・青島・武石[2001]; 安室[2003]; 藤本・新宅[2005]; 藤本・天野・新宅[2007])。

しかしながら、これらの実証研究は各国の産業地政学的な諸条件と産業が持つアーキテクチャ特性のマッチングに焦点を当てた静態的な研究である。国際分業の将来を考えた場合、アーキテクチャの動的な視点が欠かせない。にもかかわらず、製品アーキテクチャの変化や産業の成長を考慮にいれた動的なプロセスを対象とした研究はほとんどない。

例えば DVD プレイヤーの事例を考えてみよう。DVD プレイヤーは次世代の VTR として位置づけられ、大手日本企業と欧州企業のフィリップスとが中心となってコア技術の開発を行った(小川[2006])。そして 1995 年に DVD 規格として標準化され製品が発売された。上市 3 年後の 1998 年のフィリップスと日本企業の合計市場シェアは 90% 超にものぼった。ところが DVD が標準化されオープン・モジュラーなアーキテクチャとなった直後から日本企業・欧州企業は市場シェアを急激に落とし始め、わずか 4 年後の 2002 年には日本企業・欧州企業の市場シェアは過半を割った。2003 年には中国企業を中心とする新興国企業が市場シェアを 60% に拡大し、対照的に日本企業と欧州企業の市場シェアは 40% に縮小した。以降日本企業の市場シェアは更に下がり続け、2007 年現在では 10% 以下となっている。重要な点は、この間 DVD 機器の市場規模は 20 倍にも成長したことである。つまり DVD のコア技術開発の果実を受け取ったのは日本企業ではなく新興国企業であった(小川[2006])。DVD の事例はアーキテクチャの静態的な分析の限界を示しており、動態的な分析の必要性を提示している。

インテグラル・モジュラーの二分法を静態的に用いた既存の分析は、DVD でみたような急激な国際分業の変化に対して洞察をほとんどもたらさない。アーキテクチャの動態的な変化に焦点を当てながら、国際分業の変化を探ることが必要なのである。本研究では、まず、設計科学の視点から製品アーキテクチャの動的シフトの性格について整理する。そして、ここから得られた分析枠組みを基に、国際分業、産業成長および国際競争力について考察を行う。

## II 文献レビューとコンセプトフレームワーク

### インテグラル・モジュラー/オープン・クローズの分類

製品アーキテクチャとは、製品を人工物として特徴づけた時に製品の機能と構造の間のインターフェース特性に注目した分類方法である。機能と構造間のインターフェースが複雑で錯綜しているものをインテグラル・アーキテクチャと呼び、一対一で簡明なものをモジュラー・アーキテクチャとよぶ (Ulrich[1995]; Baldwin and Clark[2000])。

加えてインターフェースには、インターフェース情報の公開範囲を表すオープン・クローズという、もう一つ重要な性質がある。オープンなインターフェースでは、幅広い分野の多くの設計者がインターフェース情報にアクセスすることが出来る。対照的にクローズなインターフェースでは限定された範囲の特定の設計者のみがインターフェース情報にアクセスすることが出来る (Morris and Ferguson[1993]; Fine[1998]; 国領[1999])。

アーキテクチャで産業を分析する試みは、インターフェースの複雑さを示す「インテグ

ラル・モジュラー」とインターフェースの公開範囲を示す「オープン・クローズ」という2つの特性による整理を提供した(藤本・青島・武石[2001])。初期のアーキテクチャに関する研究では、特定の製品のアーキテクチャと産業が持つ産業地政学的な条件の適合性に焦点を当てた研究が多かった(藤本・青島・武石[2001]; 藤本・安本[2000]; 藤本・天野・新宅[2007])。例えば、自動車はクローズ・インテグラルなアーキテクチャであるので統合型ものづくり組織の文化を持つ日本産業の風土に適しているが、パソコンはオープン・モジュラーなアーキテクチャなのでモジュールクラスター型組織運営に長けた産業風土を持つアメリカや台湾に優位がある、といった考察を行ったのである(藤本・青島・武石[2001], p.10-13)

### 競争力研究におけるアーキテクチャの動的視点の必要性

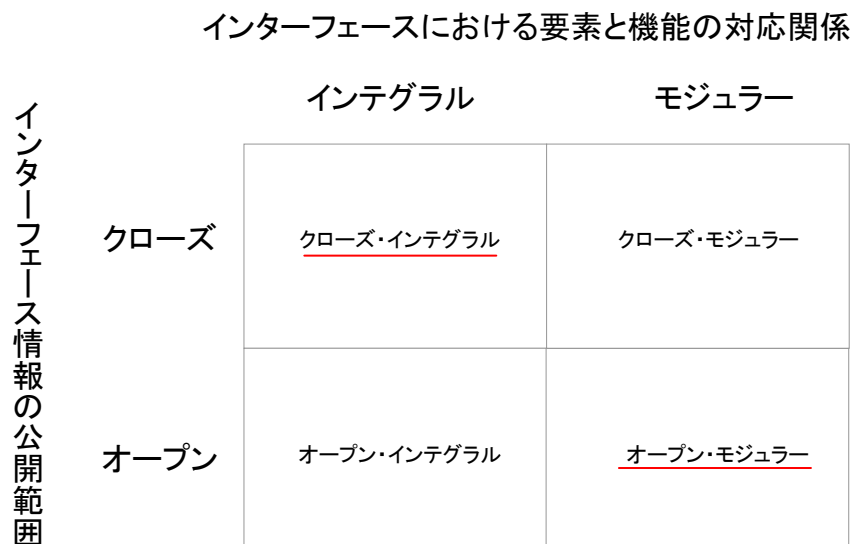
ところが、特定産業における企業の競争力を考察する上では、製品アーキテクチャと産業地政学的上の条件の静的適合性の分析では不十分である。それよりも製品アーキテクチャの動的変化の方が重要な洞察を提供する。なぜなら製品アーキテクチャの動的な変化が先進国既存企業と新興国キャッチアップ企業の逆転を引き起こす可能性が高いからである。

例えば先述のDVDプレイヤーの事例は、先進国と新興国の産業地勢的な条件が変化してから各製品分野における競争力が変化したのではない。製品アーキテクチャが変化したことによって、先進国と新興国の産業の国際競争力に変化が生じたのだ。静的適合性の分析では不十分であり、「アーキテクチャの動的変化過程下でどのように産業は影響を受けるのか」を分析する必要がある。この観点から本研究ではまずアーキテクチャの動的変化過程について考察を行う。

### クローズ・インテグラルとオープン・モジュラー間のアーキテクチャ変化

インテグラル・モジュラーとクローズ・オープンとの2つ特性で整理すると、アーキテクチャは「クローズ・インテグラル」「クローズ・モジュラー」「オープン・インテグラル」「オープン・モジュラー」の4つに分類される(図1)。アーキテクチャの動的側面に焦点を当てた場合、4つのアーキテクチャの内「クローズ・インテグラル」と「オープン・モジュラー」の2つアーキテクチャが特別な意味をもつ。なぜならアーキテクチャは、クローズ・インテグラルとオープン・モジュラーの間を変化すると考えられるからである。まずこの理由を説明する。

図 1 2つの特性で示されるアーキテクチャの4分類



製品アーキテクチャを設計科学の視点から捉え直すと、製品アーキテクチャとは機能と構造のマッピングに関する設計問題の解であると見なすことが出来る。そもそも、製品アーキテクチャとは要素間のインターフェースの性質に応じた分類である。ある製品設計においてインターフェースがもつ特性は、設計問題がどれほど解決されたかに大きく依拠している。

一般的に言って、機能と構造の関係についての関係を解き明かし、両者間の関係が出来る限り平易になるようにシステムを分割することが出来るのが現代における設計科学の共通した目的である。例えば、現代制御理論における状態空間の固有値によるシステム分解などはこの典型的な例である(示村[1990]; 森[2001])。

他にもシステムの分解の方法は複数存在しており、タグチメソッドにおけるパラメータ設計(田口[1976])では、目的機能に基づく分解をした上で、モジュール内の制御因子と特性の間に一次線形な関係を獲得することをすすめている(宮川[2000], pp.82-87)。公理的設計においては、機能間の依存性を分析することで、依存性のもっともすくない製品設計を作成することを目的としている(Suh, Bell and Gossard[1978])。ソフトウェア工学におけるオブジェクト指向アプローチは、モジュール間の依存性を管理し低減するために考え出された方法である(Parnas[1972])。

いずれにしても、システムを分解する上で重要な点は分解したサブシステム間で依存性

が少なくなるようにしていることである。システム分割によって依存性を少なくすることで、システム全体の複雑性を低減することが出来る (Simon[1970])。

このため設計問題の解としてのアーキテクチャは、機能と構造間のマッピングが簡明という点からインテグラルよりもモジュラーの方が良い設計であるとされる (Alexander[1964]; Simon[1976]; Suh, Bell and Gossard[1978])。逆に、要素間の依存関係が複雑で完全に分離されているとは言えないインテグラル・アーキテクチャは、複雑性を軽減するという設計問題の解としては不完全な状態である。

さらにモジュラー・アーキテクチャのなかでも、モジュール間の結合度合いによって差が存在する。つまり、システムの複雑性軽減の観点から言えばモジュラー・アーキテクチャの中にも、より良い設計と悪い設計が存在する。例えばある部品が特定の部品としか結合出来ない場合、二つの部品の間にはインターフェースが設置され一対一のマッピングがされていたとしても、その二つの部品の間には依存性が存在している。同じモジュラー・アーキテクチャでも、特定の部品としか結合出来ない場合よりも、多くの部品と組み合わせることができる互換的な統一インターフェースを持っている設計の方が複雑性の軽減がなされている (Ulrich[1995], p.424-426)。

もしも複数のモジュール間で依存性が完全になくなれば、各モジュールを担当する設計者間での相互調整は必要なくなり、特定の設計者だけでなく幅広い設計者が独立して設計活動を行うことが可能になる。インターフェース情報を特定の設計者に限定しておく必要性はなくなり、多くの設計者に対してインターフェースをオープンにして設計活動の並列化が行われるようになる。すなわちインターフェース情報はクローズドではなく、オープンになる。この意味でオープン・モジュラーなアーキテクチャは、モジュラー・アーキテクチャの中でも設計問題が完全に解かれたアーキテクチャの状態である。

いままでの議論を要約すれば、設計問題の解としてのアーキテクチャは2つの極点を持っている。一方の極点は設計問題が明確に分割されておらず、インターフェース情報を特定の設計者を限定しているクローズ・インテグラルなアーキテクチャである。もう一方の極点は設計問題が完全に分割されており多数の設計者が同時に活動することができるオープン・モジュラーなアーキテクチャである。アーキテクチャの動的側面を考察する上でこの二つのアーキテクチャに注目することが有用である。

この二つのアーキテクチャに注目するもう一つの理由は、クローズ・インテグラルなアーキテクチャ下の分業構造とオープン・モジュラー下の分業構造のあり方に大きな違いが存在するからである。

クローズ・インテグラルなアーキテクチャとオープン・モジュラーなアーキテクチャでは対照的なイノベーションがおこなわれ、分業ネットワークも大きく異なる (Langlois and

Robertson[1992]; Garud and Kumaraswamy[1995])。クローズ・インテグラルなアーキテクチャ下では、長期的取引、能力を基準とした取引相手の分類、信頼を基盤とした能力評価によって構築された関係特殊的技能・資産を基盤とした技術によるイノベーションが行われる(Williamson[1979]; Asanuma[1989]; Sako[1991])。インテグラル・アーキテクチャ下における効率的なイノベーションは、複数の組織間の知識共有を基盤としており(Takeishi[2001])、効率的なイノベーションを追求すればするほど関係特殊的資産が蓄積され、効率的なイノベーションが行われるようになるが同時に新規参入に対する障壁となり新しい参加者が自由に分業ネットワークに入ることが難しくなる(Dyer and Nobeoka[2000])。

一方、オープン・モジュラーなアーキテクチャ下では明確に定義されたインターフェースのおかげで柔軟な部品の組合せが実現されるため、多様な組合せによって獲得された柔軟性を基盤とした技術によるイノベーションが行われる(Sanchez and Mahoney[1996])。そして自律的な調整を基盤とした巨大なモジュールクラスター型の分業構造が形成される(Baldwin and Clark[2000]; Iansiti and Levin[2004])。

このように2つのアーキテクチャにおける分業ネットワークとそれを支えるイノベーションのメカニズムには大きな違いがある。この点がアーキテクチャの動的側面を考察する上で、この2つのアーキテクチャに注目する第2の理由である。

## 2つの動的変化要因

前節ではアーキテクチャの動的変化を考察する上で、クローズ・インテグラルとオープン・モジュラーが二つの極点になることを述べた。次にこの2つのアーキテクチャ間の動的変化がなぜ起こるのかを考察する。アーキテクチャを設計問題の解であると考え、設計活動における2つの要因がアーキテクチャを規定する上で重要な役割を持っている。1つめは「設計問題が構造化される程度」であり、もう1つは「設計問題が共有化される範囲」である。

まず「設計問題が構造化される程度」が製品アーキテクチャに動的変化を迫るメカニズムについて説明しよう。設計の構造化とは、設計対象のシステムを要素に分解し要素間の構造を明らかにしていくことである。製品の基本的な設計が製品設計の構造化と共に動的に変化することは以前からよく知られている。Abernathy[1978]は自動車産業の研究から、製品設計は流動的段階(fluid stage)を経て、決定的デザインが出現した後、特定化段階(specific stage)に移ると指摘した。

決定的なデザインの出現は、ある産業における製品の設計問題すなわちシステム分割の問題に対して決定的な解が提出され、設計問題が構造化されたことを意味する。アーキテ

クチャの視点から言えば、機能と構造の間に決定的な関係が成立したということである。この決定的な製品設計をドミナントデザインと呼ぶ(Tushman and Anderson[1986])。

ドミナントデザインが出現する前の流動的段階では製品がどのような機能をどのように実現したらよいかは、十分に分かっていない。そのため機能と構造の関係は複雑で曖昧なインテグラルなものとなる。流動的段階では急速なプロダクト・イノベーションとともに、様々な機能を追求した製品が次々と市場に投入されていく。

ところがドミナントデザインが出現すると状況が一変する。ドミナントデザインの出現によって設計問題は構造化され、機能と構造の間の対応関係に決定的なパターンが登場する。インテグラルであった製品アーキテクチャは、この後急速にモジュラー・アーキテクチャへと変化する。流動化段階では「製品機能の最大化」が重要なイノベーションの目的であったが、特定化段階では「効率化によるコスト削減」が重要な目的となる。

製品設計が流動化段階から特定化段階へ変化する理由は、企業が高い生産性を追求するためである(Abernathy[1978])。流動化段階で見られるようなプロダクト・イノベーションが頻繁に起こっている間は、高い生産性を見込むことはできない。逆に言えば、高い生産性を企業が追求すればするほどプロダクト・イノベーションは抑制されるようになり、製品設計は流動化段階から特定化段階へと移行する。Abernathy[1978]は高い生産性を求めるためにプロダクト・イノベーションが抑制される現象を「イノベーションのジレンマ」と呼んだ。このようなジレンマを抱えていたとしても、産業は高い生産性のため製品設計を流動的段階から特定の段階へと転換していく。設計問題は次々と構造化されていき、決定的な設計問題の解であるドミナントデザインの登場が促される。この力が製品アーキテクチャの動的変化を促す第1の要因となる。

次に、アーキテクチャに動的変化を促す第2の要因である「設計問題が共有化される範囲」について説明する。ある設計問題を解く際に、その設計問題を同時に何人の設計者で解くのが、解を得る上で重要な点となる。なぜなら、ある問題が多くの人に共有され同時に多数の設計者が同一の設計問題にあたることが出来れば、設計問題を短期間に解決することができるからである。設計問題を短期間に解こうとする目的から、特定の設計問題に多くの設計者が投入されたり、参加したりすることが多い。組織を横断した大規模プロジェクトや産学官の共同研究プロジェクト、さらにインターネット上でのオープンソースプロジェクトなど(Raymond[1999])は、このような試みの例である。

ところで複数の設計者で設計活動を行う上で障害となるのが、要素間の依存性から引き起こされる設計者同士のコミュニケーション増加である。一見、設計問題に対して多くの設計者が対処することは、問題を短期間に解くことを助けるように見える。しかし、実際には、設計者は自分が担当する設計要素の設計活動そのものよりも、依存性を持った設計

要素を担当する別の設計者とのコミュニケーションに時間を費やす割合が急増する。Brooks(1995)はシステム/360の開発プロジェクトの経験から、この事実を発見した。彼は設計者を大量に投入することによる設計問題解決は不可能であるとし、この現象を「人月の神話」と呼んだ。

このような困難を避けるためには、設計問題をなるべく依存性が少なくなるように分割することが必要となる。このための一つの手法が設計構造手法(Design Structure Method; DSM)である(Steward[1981])。DSMによって表現された設計要素間の依存関係は、前後順序の関係をもつ要素群(Series)、依存関係を持たない要素群(Parallel)、強い結合関係をもつ要素群(Coupled)の3つに分けることが出来る(Eppinger, Whitney, Smith and Gebala [1990])。

強い結合関係を持つ要素群が多い製品設計はインテグラル・アーキテクチャとなる。反対に依存関係を持たない要素群が多い製品設計はモジュラー・アーキテクチャとなる。設計活動並行化の点では依存関係を持たない要素群が重要である。依存関係を持たない要素群を増やしていくことによって、製品アーキテクチャはインテグラルからモジュラーになる。

例えば、ソフトウェア開発においては開発規模拡大の要請が大きく、多数の設計者が同時に設計を行える製品アーキテクチャが求められている。このためソフトウェア分野では早くからシステムを分割するモジュール化の技法が発達した(Parnas[1972]; Dahl, Dijkstra and Hoare [1975])。数々あるモジュール化の技法のなかでも、最も有名な手法がオブジェクト指向である。

ここで重要な点は多数の設計者が同一の設計問題に参加出来るようにするために、設計問題が分割化されモジュール化されるということである。設計問題を短時間で解くためには、多数の設計者の参加を可能にする設計問題の分割が必要である。もし、上手い分割が出来なければ、そのプロジェクトでは「人月の神話」の状態が引き起こされ、おそらくは設計活動は失敗に終わる。しかし、もしもシステム分割に成功することが出来れば、その設計問題は複数の設計者によって対処され、短期間の内に設計問題は完全に解かれる。

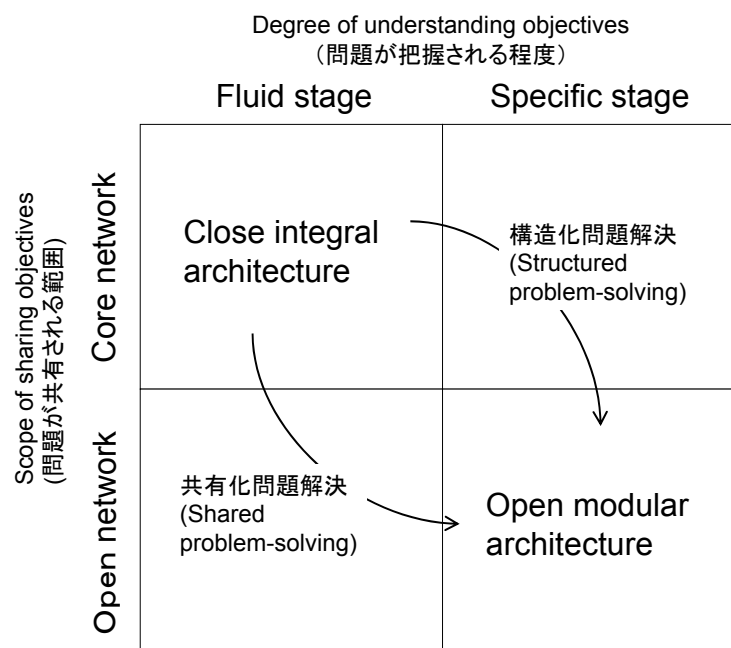
すなわち、多数の設計者にインターフェースをオープンにすると、製品アーキテクチャはクローズ・インテグラルな状態からオープン・インテグラルな状態への変化が促進される。多数の設計者が並行して設計活動を行うために、曖昧だったインターフェースは明確となり、要素間に依存性がないようにシステム分割がすすむ。この結果、オープン・インテグラルな製品アーキテクチャは、急速にオープン・モジュラーへと進む。多数の設計者による設計活動の並列化を追求する力によって、製品アーキテクチャがインテグラル・クローズからオープン・モジュラーに変化するのである。



以上のように、「設計問題の構造化の程度」「設計問題の共有化の程度」によって、アーキテクチャは、インテグラル・クローズからオープン・モジュラーへと転換される。アーキテクチャの動的変化を引き起こす二つの要因と、2つの問題解決アプローチ、及びアーキテクチャの関係を示したものが、図2である。アーキテクチャは、二つの要因によって、クローズ・インテグラルからオープン・アーキテクチャに転換されるが、第1の要因と第2の要因の内どちらが強く作用するかによって、問題解決のアプローチが異なる。

本研究では構造化を重視するアプローチを重視するアプローチを構造化問題解決 (Structured problem-solving)、問題共有の範囲を重視するアプローチを共有問題解決 (Shared problem-solving) と呼ぶ。

図2 設計問題解決の2つの方法：構造化問題解決と共有化問題解決



### 構造化問題解決と共有問題解決におけるアーキテクチャの動的変化

構造化問題解決と共有化問題解決という2つのアプローチでは、アーキテクチャの動的変化のあり方が異なる(図3)。初期のアーキテクチャの動的変化の研究では、構造化問題解決に沿った研究が行われた(楠木・チェスブロウ[2001]; 竹田[2001])。

これらの研究によれば、構造化問題解決の視点にたった時、製品設計がシステム分割されるにつれて、製品アーキテクチャはクローズド・インテグラルなアーキテクチャからク

ローズド・モジュラーに変化し、さらに社会に広く通用されるほどインターフェースが整理されるようになってクローズド・モジュラーからオープン・モジュラーに転換する（竹田[2001]）。

構造化問題解決における製品アーキテクチャの変化は、人工物に対する技術的知識の蓄積を基としたシステム分割によるものである。技術的な知識は、必ずしも完全ではなくバランスを欠いている。インバランス(imbalance)を少しずつ埋めながら、技術蓄積は完全なものになっていく（Dosi[1982]）。そのため、技術的知識の蓄積に応じてゆっくりとではあるが着実なシステムの分割が行われる。

これに対して共有化問題解決が持つ性質は異なっている。共有化問題解決におけるアーキテクチャの変化は、多数の設計者が設計活動を並行に行うことを基にしたシステム分割である。設計問題に対する技術知識の完全な裏付けがあるわけではないので、要素間の依存関係と設計分業の間に境界を超えた調整が必要となる場合がある。また、自分の設計範囲と関係のない設計情報が大量に流れるようになり、設計情報の選別に多くの時間をとられるようになってしまう。

このため、Brooks が指摘しているように、多数の設計者が参加した共有化問題解決は失敗のリスクが存在する(Brooks[1995])。近年におけるオープン・ソフトウェアプロジェクトの失敗が多いのも、この理由に起因する。

しかし、もし境界超え問題(cross boundary problems)やあふれる情報の問題に適切に対処することが出来れば、共有化問題解決は成功する確率を高めることが出来る。例えば、境界越え問題に関しては横断的グループを編成することが有効である（Lawrence and Lorsch[1965]）。またゲートキーパーを設置することによって、特定の設計者だけが境界を越える知識を持ち、大多数の設計者はそのような知識を持たないようにすることで対処することが出来る(Allen[1977])。しかし、いずれにしても、純粋な共有化問題解決アプローチだけで設計問題を解くことは難しい。よく知られていない設計問題、いいかえれば技術的知識が十分に蓄積されていない問題に対しては、多数の設計者が参加しても上手いシステム分割を行うことが難しい。

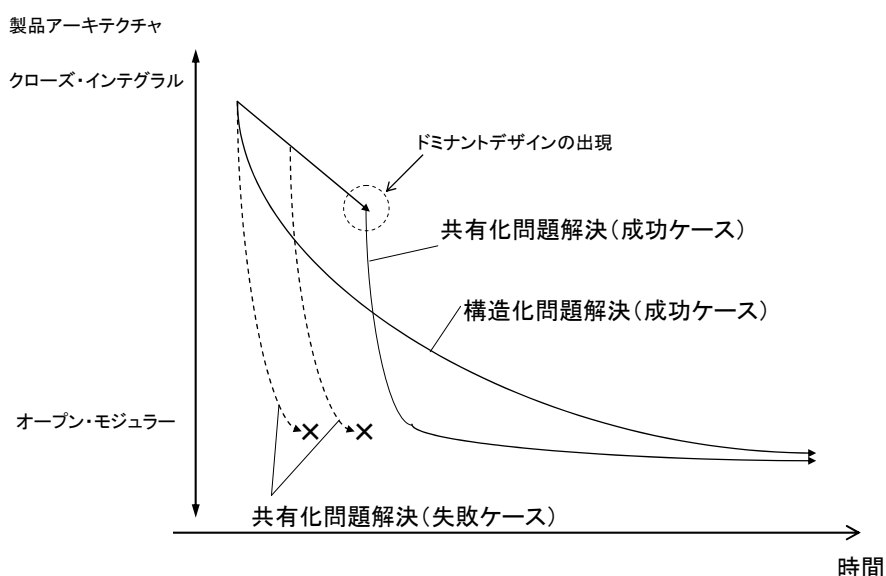
共有化問題解決アプローチがその真価を表すのは、ドミナントデザイン出現後の設計問題において要素間の関係がだいたい決まった段階である。この段階においても、完全な設計問題の解を得るためには、まだ解かなくてはいけない要素間の不明確な依存関係が数多く残されている。残された依存性を解決するために、さらなる構造化をすすめるよりも、問題を共有化して設計の並列化を行った方が短期間に設計問題を解決できる。この段階の共有化問題解決アプローチでは、横断的チームやゲートキーパーなど設計者の組織的調整を行うことによって、境界越え問題に対処することが出来るため設計活動の並行化が成功

する。

1990年代の自動車製品開発の国際比較研究では、日本自動車メーカーにおける製品開発リードタイムが米国メーカーや欧州メーカーと比較して最も短かった。この背景には日本自動車メーカーにおける設計者の知識共有の範囲が、日米欧企業の中で最も広がったことが関係している(Clark, Chew, and Fujimoto[1987])。重要な点は、この知識共有を通じて設計活動における境界越え問題を解決していたことである。von Hippel[1990]はClark et al.[1987]の研究を引用しながら、自動車メーカーと部品サプライヤーの間で知識共有を基盤としてタスク分割の境界線の変更が成されている点に注目し、この境界線の変更が、開発機関の短縮に貢献していると指摘した。Clark et al.[1987]の結果を体系的にまとめたClark and Fujimoto[1991]でも、知識自動車メーカーと部品サプライヤーが知識共有し、カーメーカーが部品サプライヤーに詳細設計を任せる行為が開発リードタイムの短縮に貢献していると結論づけている。

つまり自動車メーカーが大部分の詳細設計を行った場合よりも、自動車メーカーと部品サプライヤーが知識共有とタスク分割の境界線の変更を行った場合の方が、設計活動が並列化され、短期間に設計問題を解くことが出来たのである。このことは共有化問題解決の有効性を示している。

図3 アーキテクチャ変化と構造化・共有化問題解決



今までの議論をもとに、アーキテクチャの動的変化に対する構造化問題解決と知識共有

問題解決の違いを示したものが図 3 である。構造化問題解決は技術的知識の蓄積を基盤としながら、ゆっくりとではあるが着実にシステムを分割してアーキテクチャの変化を促す。技術知識のインバランスが次第に是正されながら技術パラダイムが形成される。それに伴い設計問題は構造化される。クローズド・インテグラルなアーキテクチャは、最終的にオープン・モジュラーへと転換される。技術知識の蓄積を基盤としているため、システムの分割が成功する可能性は高い。

一方、共有化問題解決は、設計問題がほとんど解けていない段階、すなわち、クローズド・インテグラルなアーキテクチャの段階ではシステム分割に失敗するリスクが高い。しかし、ドミナントデザインのような機能・構造の間に決定的な関係が産業に登場すると、残された設計問題の解決のためには大きな力を発揮する。そして、設計活動の並列化の結果、限られた設計者で問題解決を行う構造化問題解決よりも早く問題解決を行う可能性がある。

#### 共有化問題解決：共同研究/標準化/プラットフォーム化

アーキテクチャの動的変化が国際分業に与える影響を考察する上で、構造化問題解決と共有化問題解決が異なる性質を持つことに留意することが重要である。とりわけ共有化問題解決が先進国と新興国産業間の技術移転に貢献している点に注目すべきである。共有化問題解決は、共同研究、標準化、プラットフォーム化といった形態をとることが多い。

共同研究は 1980 年代以前では世界的に必ずしも一般的であったとは言えないが、現在のアジア諸国では産業支援する目的で頻繁に使われる手法である。一般的でなかった理由は独占禁止法と関連する。アメリカにおいて独占禁止法はシャーマン法第 1 条（取引制限・共謀・結合の禁止）および第 2 条（独占化および独占化の企ての禁止）、クレイトン法第 7 条（競争減殺の恐れのある株式・資産取得の禁止）が該当し厳しく運用されてきた。限定的な参加者が技術成果を共有し非参加者を排除する可能性がある技術共同研究は独禁法に抵触する可能性があった。もしも私的訴訟で敗訴するようなことがあれば実損害額の 3 倍の賠償金を支払わなければならない、共同研究を行う事には大きなリスクが存在した（平林 [1993]）。

しかし、当時キャッチアップ国であった日本では 1961 年に鉱工業技術研究組合法を成立させ、共同研究組合を基盤としたキャッチアップをあらゆる産業で行っていった。特に決定的であったのが、半導体微細化プロセスの研究開発の共同コンソーシアムである超 LSI 研究組合（1976-1980 年）である。同組合が成功し半導体市場で日本企業が世界市場の過半シェアをとるようになると、各国とも共同研究に対する産業政策を変化させざる必要性に直面した。

1984年にアメリカで成立した国家共同研究法は共同研究を推奨することを明文化し、更に事前に共同研究を届け出ることによって3倍賠償を免除するように制度変更を行った。この結果、共同研究が盛んになった。

欧州でも同様の産業政策の変更が同時期に行われている。欧州連合でも共同研究開発は独禁法に抵触する可能性があり、具体的にはローマ条約第85条と86条に抵触する。しかし1984年12月に発表されたEC規則（研究開発一括適用除外に関するEC委員会規則）で一定のルール下における共同研究と共同生産を認め、大きな方針転換が成された(宮田[1997], p.188)。アメリカの産業政策変更と同様に、このような欧州の変化の背景には新興国であった日本の躍進と欧州の競争力強化政策があった。

アーキテクチャ的な視点から重要なのは、共同研究と標準化の関係である。一見両者は無関係にみえるが、実は深く結びついたものである。共同研究が独禁法の対象から外されるためにはいくつかのガイドラインが存在し、その中に共同研究の成果に対してどの程度アクセス制限がされるかがポイントとなった。共同研究成果が標準規格として公開されれば独禁法の対象となりにくい。また標準規格の策定は非競争領域において企業間の重複投資の無駄をなくすので、企業にとっても歓迎すべき事であった。ただし標準化は競争前領域(pre-competitive)であるとは言っても、やはり企業の競争構造に大きな影響を与えてしまう。つまり標準化とは企業にとって戦略的なツールであり、事業戦略上熱心に扱われるテーマとなっていた(立本・高梨[2007])。

共同研究はプラットフォーム化という現象も生み出した。共同研究組織においては、ここで使う装置や材料に対して共同の仕様を策定する傾向にある。装置メーカーは共通の統一した仕様を提供するようになり、装置のプラットフォーム化が進められた。ここで言うプラットフォーム化とは装置に統一的な仕様を定義し、その装置を多くの企業が購入できるようにすることある。

統一的な仕様の中には、標準規格化されたものもある。例えば、日本の超LSI研究組合に刺激されて組織されたアメリカの半導体製造技術の共同研究コンソーシアムであるSematechの重要な役割に業界標準化があった。Sematechに参加した半導体企業はアメリカの半導体生産の8割を占めており、彼らは製造装置に必要な仕様を決めていった。アメリカ製造装置メーカーは統一した仕様の装置を開発することで、半導体企業毎に調整をする必要がなくなり、業界標準に対応した製造装置を供給して市場シェアを拡大していった。装置市場シェアは1990年に日本(48%)がアメリカ(45%)を逆転したが、Sematechのこうした取組のおかげで1992年にはアメリカ(51%)が日本(41%)を再逆転した。(Spencer and Grindley[1993], p.22)。

Sematechは技術的成果という点からは疑問が提示されている(土屋[1996], p.542)。しか

し業界標準の普及という意味では産業に大きな影響を与えていることは間違いない。Sematech は装置間のインターフェース部分のモデル作りとグローバルな標準化の支援を行い、装置業界の世界的標準化団体である SEMI に対して SEMI 北米発の標準化案を作成し発信するという形で標準化を促進した(井上[1999],p.30)。

共同問題解決が標準化やプラットフォーム化という現象を伴うことが、先進国から新興国への技術伝播速度を加速させている。ある技術分野において標準化された領域は先進国企業にとっては当たり前の水準かもしれないが、新興国企業にとってはそうではない。標準規格化が技術のキャッチアップの契機となる。さら標準化によって製品やシステムにインターフェースが設定されるので、その技術の背後にある産業の文脈や周辺の技術知識といった暗黙知を知ることなく製品や部品を生産し供給できるようになる。例えば、1960年代に自転車が標準規格化されたことを契機に台湾企業が日本市場に参入し市場シェアを獲得していった。自転車部品の標準規格化によって、自転車メーカーと部品メーカーに存在していた暗黙知は必要無いものとなったのである(江藤[2006])。

プラットフォーム化は同様のメカニズムをもっと劇的に引き起こす。例えば工程がプラットフォーム化されれば、製造装置の中に暗黙知がカプセル化される。製造装置を購入すれば、従来、企業内で生み出さなくてはならなかった暗黙知が市場取引を通じて利用できるようになり、競争の焦点は柔軟な投資タイミングや巨額な投資資金調達へと移行する。プラットフォームを提供する先進国企業は事業としてプラットフォームビジネスを行っており、その受け手である新興国企業が最も受け取りやすいようにプラットフォームを改変していく。半導体製造装置におけるプラットフォーム化はこの典型的な例であり、新興国企業が半導体市場に参入するための原動力となっている(新宅他[2008])。

### 分業構造とイノベーションのパターンおよび競争力との関係

構造化問題解決も共有化問題解決も最終的には企業間に分業をもたらす。ただし両者間の分業構造とイノベーションのパターンは異なっている。構造化問題解決は設計問題の構造化を促進する企業が存在し、その企業が中心となって限定された分業ネットワークの中で設計問題の解決を行う。この分業ネットワークの事をコアネットワークとよぶ(Langlois and Robertson[1992])。例えば自動車産業における自動車メーカーと部品メーカーの関係がこれにあたる。自動車メーカーと部品メーカー間に暗黙知を含む知識共有を背景として、系列化されたネットワーク内で濃密なコミュニケーションを促進し、設計問題の構造化とその効率的解決を進める。製品の全体知識を必要とするシステムック・イノベーション(Teece[1984])やアーキテクチャル・イノベーション(Henderson and Clark[1990])が競争力の鍵となる。このようなイノベーションの担い手となるのは、製品全体の知識をもつ統合

的企業である。

対照的に、共有化問題解決はもっと複雑な分業構造をもたらす。共有問題解決は必ずしも既存の技術知識の蓄積に応じた問題解決とは言えないため、新規企業と既存企業の交代を頻繁に起こしながら、しかし、短期間に大きなイノベーションを達成する。この分業構造は、標準化やプラットフォーム化によって、企業間の知識共有を必須の前提としなくなり、問題解決のネットワークに新規参入を積極的に認めるオープンネットワークとなる(国領[1999])。

オープンネットワークの典型的な事例としてパソコン産業が挙げられる。パソコン産業ではインテルやマイクロソフトといった専門企業と台湾OEM/ODM企業によるオープンネットワークが、IBM やコンパックなどの既存の統合企業を打ち負かしていった。オープンネットワークで重要視されるのはモジュールクラスター型のイノベーションであり、柔軟性をもったモジュールの Mix and Match がその原動力となる(Baldwin and Clark[2000])。

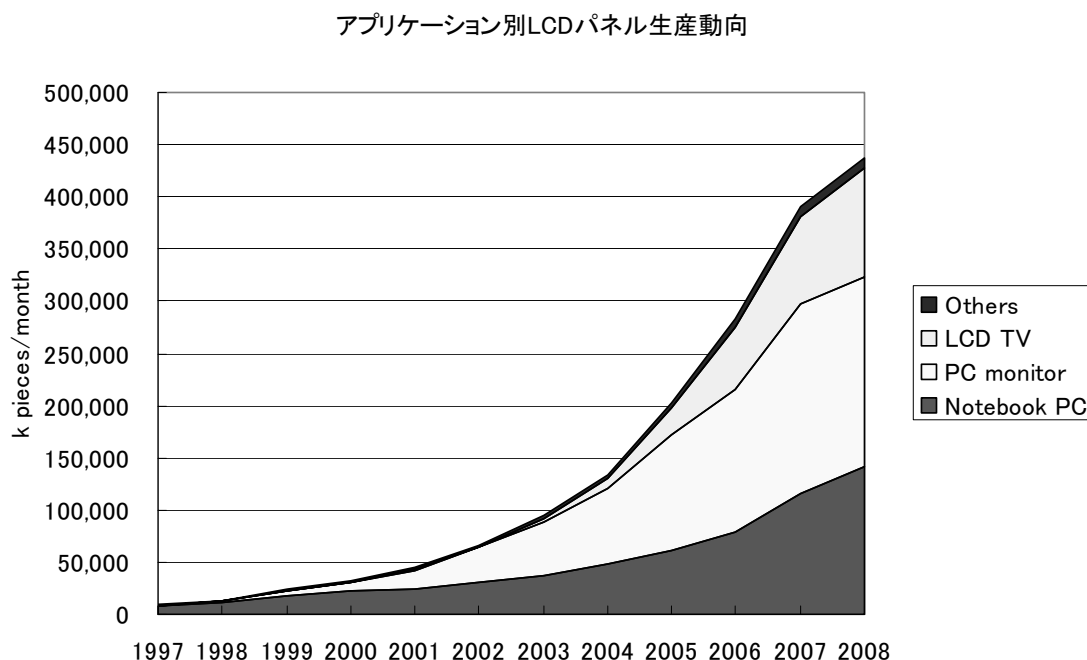
しかしながら、この2つの分業ネットワークの分類に基づく研究は「イノベーションが起こった時に統合企業を中心としたコアネットワークが競争力をもつのか、もしくは専門企業を中心としたオープンネットワークが競争力を持つのか」という点について、必ずしも統一的な見解を示していない。とくに、ある特定産業内に二種類の分業ネットワークが現れた場合、どちらが優位に立つのかについては研究蓄積がほとんどない。よって、本稿の後半では、事例研究として液晶テレビ産業を取り上げ、分業ネットワークが持っている優位や問題点を明らかにする。

### III 事例研究：液晶テレビの事例

液晶テレビ産業を事例研究として取り上げる。液晶テレビは2000年以降急激に成長した産業である。液晶テレビにおけるコア技術は液晶パネルであり、ブラウン管テレビにおけるブラウン管に相当する。液晶パネルはもともと電卓向けの小型機器向けの表示装置であったが、1990年代に大型化が進み、1990年代前半にはノートパソコン向けの表示装置として採用されるようになった。続いて1990年代中頃にはPCモニター向けの表示装置として生産されるようになった(図4)。

液晶パネルがテレビ用の表示装置として採用されるのは、主な使用用途の中では最も新しく1990年代末であり、本格的な採用は2003年以降に稼働した第6世代といわれる技術世代からである。液晶パネルは生産工程に投入されるガラス(マザーガラスと呼ぶ)のサイズによって技術世代が決められる。

図 4 用途別液晶パネル生産動向



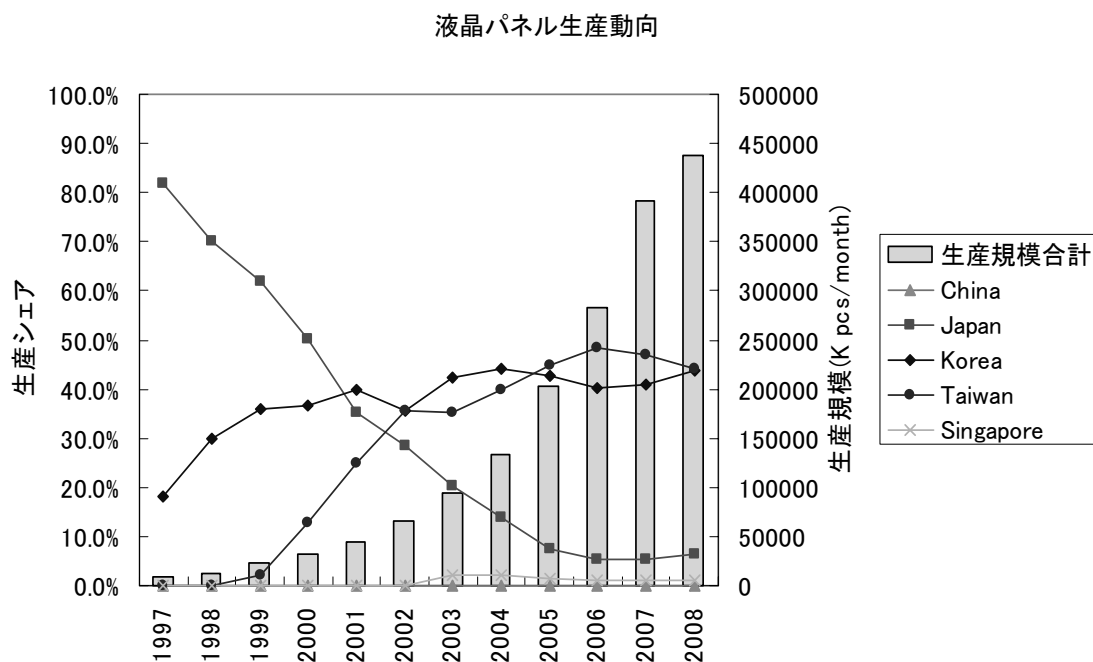
(データ元：テクノシステムリサーチ)

液晶テレビのコア部品である液晶パネルは、液晶をシャッターとしてディスプレイに適応した技術である。1963年に米国サーノフ研究所で提唱され、その発見をもとに多くの日本企業が研究開発を行うことで実用化されるようになった（沼上[1999]）。基本のアイデアは米国研究所発であったが、その実用化技術は日本企業で育成されていった。液晶パネルのコア技術は日本企業にあったのである。そして初期の液晶パネル市場は日本企業が独占していた。1995年には日本企業がほぼ100%の市場シェアを獲得していた。ところが日本企業の市場シェアは5年後の2000年には約50%となり、さらに5年後の2005年には約10%に落ち込んだ。その代わりに市場シェアを伸ばしたのは韓国企業や台湾企業であった（新宅他[2007]）。

図5は1997年以降の液晶パネルの地域別生産シェアと生産規模の推移である。とくに台湾企業は1999年に液晶パネル産業に本格的に参入し、わずか4年後の2002年には日本企業を上回るシェアを獲得するという急成長を見せた。韓国や台湾の液晶パネル産業の興隆の背景には、液晶パネルの製造工程のモジュラー化が大きな役割を果たしていると言われている（新宅・善本・立本・許・蘇[2008]；赤羽[2009]）。液晶パネルの生産シェアと生産規模の推移をみると、生産規模が急激に拡大する中でコア技術を開発した日本企業の生産シェアが急激に落ちていくことがわかる。



図5 液晶パネルの地域別生産シェアと生産規模合計の推移



(データ元:テクノシステムリサーチ)

コア部品である液晶パネルが、日本企業だけでなく韓国企業、そして台湾企業によって供給されるようになると、その応用製品である液晶テレビの産業構造にも大きな変化が起きた。中国メーカ（台湾メーカを含む）による組合せ開発が台頭してきたのである（表1）。

表1 中国企業の液晶パネル、画像処理LSI調達の一例

企業名	液晶パネル調達先	画像処理LSIの調達先
長虹	(韓国)LG-フィリップス、(台湾)AUO、CMO	台湾Topro
康美佳	(韓国)LG-フィリップス、サムスン	米国Pixelworks
創維	(韓国)LG-フィリップス、(台湾)AUO	台湾Sunplus
TCL	(韓国)LG-フィリップス、(台湾)AUO	台湾Trumpion
海信	(韓国)LG-フィリップス、(台湾)AUO	米国Micronas
廈華	(日本)シャープ、(韓国)LG-フィリップス、(台湾)AUO、CMO、CPT	米国Pixelworks、Genesis
夏新	(日本)シャープ、(韓国)LG-フィリップス、サムスン、(台湾)AUO	米国Pixelworks

出所「中国のFPDテレビ市場」『日経マイクロデバイス』2004年4月号、筆者らインタビューをもとに作成。

表引用:新宅他(2007)

液晶テレビ市場に新規参入した中国企業は液晶パネルを内製するのではなく、主に韓国パネルメーカーや台湾パネルメーカーから調達している。さらに、液晶テレビのもう一つのコア部品である画像処理 LSI についても米国半導体企業や台湾半導体企業から購入している。これらの半導体企業はファブレスと呼ばれる設計専門企業である。画像 LSI はパラメータ制御により複数の液晶パネルに対応することが出来る。例えば、ある台湾ファブレスが提供する画像 LSI は、たった 1 チップで 20 社が提供する約 200 種類の液晶パネルに対応することが出来る。液晶パネルを変更する時にはパラメータを変更するだけで対応することが出来るわけである。中国の液晶テレビ生産はオープンネットワーク下における組合せ開発であると言える。このような開発体制の結果、中国の液晶テレビ生産は 2005 年に急激な成長を達成した (表 2)。

表 2 中国における液晶テレビ生産の推移

	2004 年	2005 年	2006 年 (1-11 月)
液晶テレビ生産量(万台)	79.6	462.5	1002
成長率(%)	-	581	266

引用：新宅他(2007)

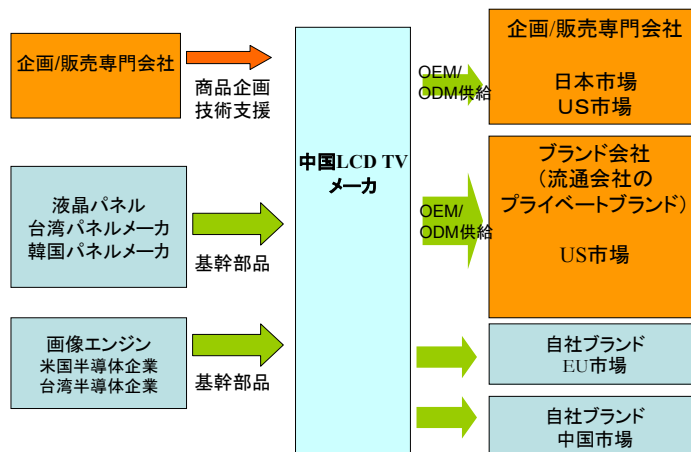
データ出所：中国信息产业部 HP

中国の液晶テレビメーカーの典型的な事業モデルを図 6 に示す。中国液晶テレビメーカーは先述のように液晶テレビのコア部品である液晶パネルと画像 LSI(画像エンジン)を専門パネルメーカーや半導体メーカーから調達する。

中国テレビメーカーは、中国市場向けに自社ブランド液晶テレビの開発および生産をおこなう。さらに、中国国内向けばかりでなく海外市場向けにも液晶テレビの開発生産を行っている。中国テレビメーカーは若い企業が多いため、海外市場で流通チャネルの構築が十分でないことが多く、流通会社のプライベートブランドとして OEM/ODM 供給を行ったり、海外の企画販売専門会社から生産委託を受けて供給を行ったりしている。

図6 中国液晶テレビメーカーの事業モデル

## 中国LCD TV メーカー 事業モデル



液晶パネルと画像 LSI という2つのコア部品のうち、中国テレビメーカーがどちらも内製していないということは既存のテレビメーカーからみると驚くべき事である。既存のテレビメーカーは、2つのコア部品の内どちらかは自社で内製を行っている例が多い。次に、既存のテレビメーカーが液晶テレビ生産・開発で採用している体制を紹介する。

一つ目は液晶パネルを自社内製し、画像 LSI は外部から調達するというパターンである(図7)。画像 LSI は半導体企業から汎用 LSI を購入する場合と、画像 LSI を内製している液晶テレビ企業から供給を受ける場合の2つがある。海外メーカーは前者のパターンが多いが、日本メーカーは後者の場合が多い。

液晶テレビのコスト内訳のうち半分以上を液晶パネルが占める(図8)。そのため、液晶パネルを内製することはコスト競争力の源泉を持つことになる。また液晶パネルを内製することで、安定的に調達することが出来るというメリットもある。とくに大型の液晶パネルは、各社が液晶テレビの差別化のために利用するため供給不足になりやすいため、自社内製することのメリットは大きい。但し、液晶パネル生産のための技術投資、さらに工場投資の負担は大きく、キャッシュフロー上のリスクも大きい。また一度工場投資をしまうと、固定費を早期に回収する必要性が発生するため、パネルの自社利用だけではなく液晶パネルを外販しなくてはならない。このため外販先の液晶テレビと自社液晶テレビを差別化出来るのかという問題点が残る。現在この開発・生産体制をとっているのは、Sharp 等の特定の日本メーカーや Samsung や LG といった韓国企業に多い。

図 7 液晶パネルの開発・生産体制（液晶パネル内製型）

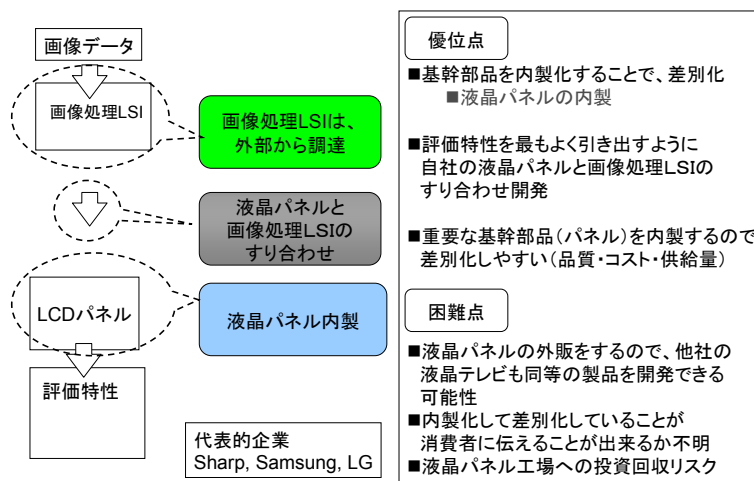
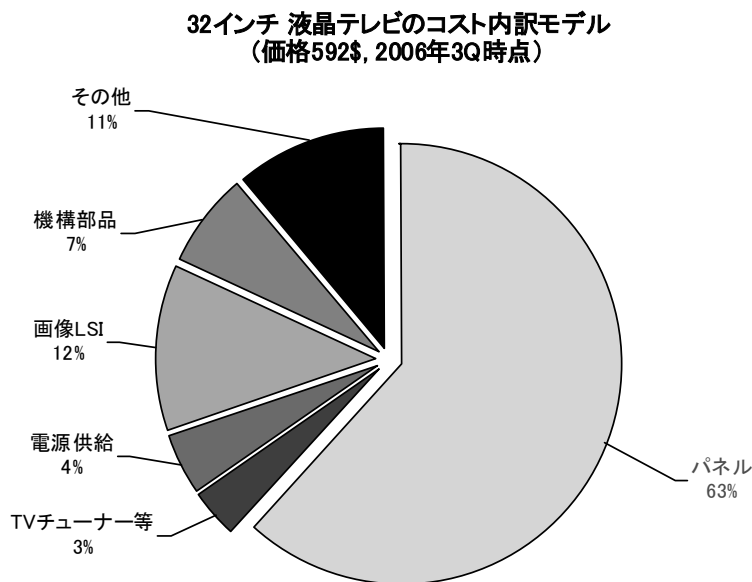


図 8 液晶テレビのコスト内訳モデル



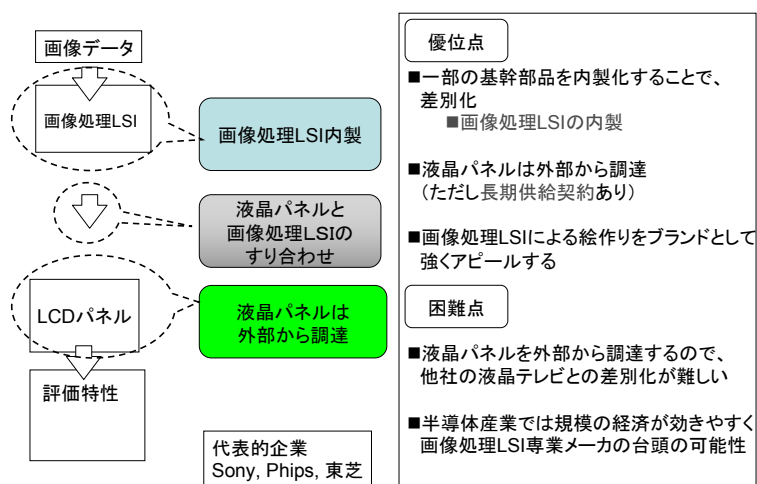
もう一つの体制は画像 LSI を内製し液晶パネルを外部から調達するパターンである（図 9）。画像 LSI を内製すると言っても、実際には社内で設計を専門に行い、ファブダリ企業（半導体生産請負専門会社）に生産委託するケースがほとんどである。このため、巨額な設備投資の必要がない。画像 LSI 供給を中国企業のように半導体企業にたよるのではなく、

液晶テレビメーカー自ら行う理由は、絵作り等の画質が差別化の要因になるからである。画像 LSI をブランドとしてアピールすることが一般的となっている。

液晶パネルの供給に関しては、内製していないため安定しない事が懸念される。このグループに分類されている企業は、多くの場合、液晶パネルを内製している企業と長期供給契約を締結したり、ジョイントベンチャーを設立して出資参加したりすることで、液晶パネルの安定供給につとめている。このグループに分類される企業としてはソニー、Philips や東芝が挙げられる。

コア部品である液晶パネルと画像 LSI の両方とも内製する体制も考えられるが、現実にはそのような例はほとんどない。ある時点で、液晶パネル内製中心か画像 LSI 内製中心に傾倒する例がほとんどである。それは、コア部品 2 つを内製するためには巨額の投資が必要であり、あまりにリスクが大きい為であろう。但し、サムスンやパナソニックなどは、画像 LSI の自社開発体制にてこ入れしたり、液晶パネル会社に出資したりして、2つのコア部品の双方とも内製する動きを見せている。ただし、この影響がでるのは 2009 年以降であると考えられる。

図 9 液晶テレビの開発・生産体制（画像 LSI 内製型）



以上、液晶テレビ企業における 3 つの開発・生産体制について紹介した。中国企業（台湾企業含む）は液晶パネルと画像 LSI の 2 つのコア部品を外部から調達して、それらを組み合わせるといった開発体制をとっている。本稿ではこれを組合せ開発グループと呼ぶことにする。2つめのグループに属する日本企業の一部と韓国企業は、パネル内製に主軸を置きながら液晶テレビ開発を行っている。この企業群を液晶パネル内製グループと呼ぶことに

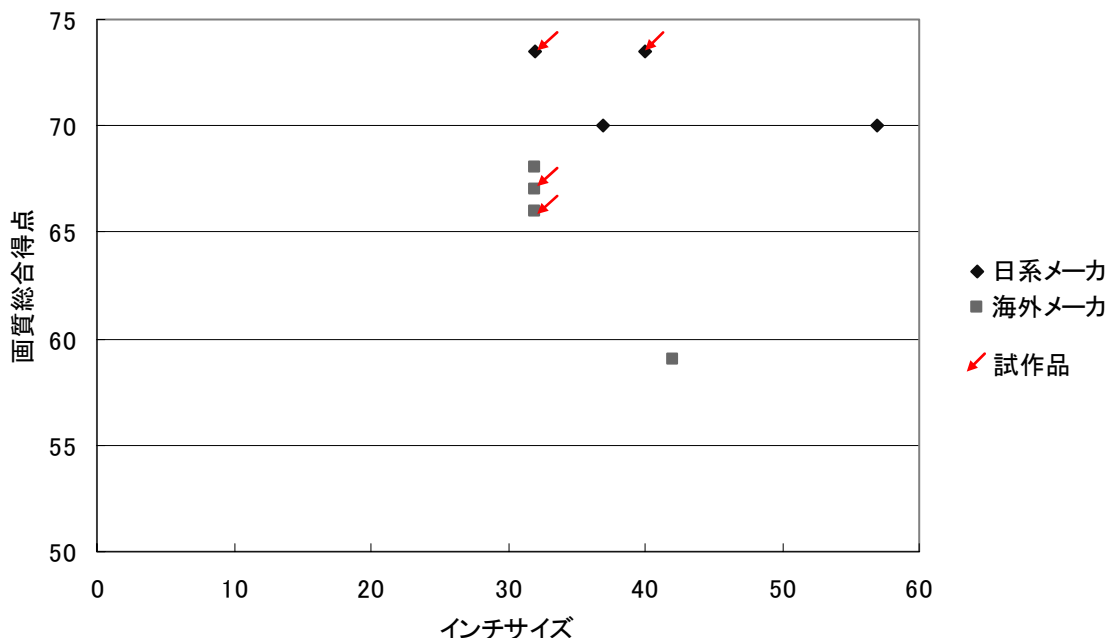
する。3 つめのグループに属する多くの日本企業と欧州企業の一部は、画像 LSI 内製に主軸を置きながら、液晶テレビ開発・生産を行っている。この企業群を画像 LSI 内製グループと呼ぶことにする。

本稿の残りの分析では、これらの企業グループの成果を画質とコストの面から比較する。ただし、残念ながら完全なデータは得られなかった為、厳密な比較はできないが動向把握は可能である。

### 画質の比較

2005 年上期の時点で台湾・韓国企業の海外メーカと日本メーカを比較すると画質に大きな差が見られたが、2006 年上期に同様の比較をすると画質の差が縮まってきていることが報告されている。その理由として、液晶パネルの画質が向上したことをあげている。しかし、細部の画像に対しては日本メーカが内製した画像 LSI を利用しているのに対して、海外メーカは半導体企業が提供する汎用 LSI を利用しているため、差がついているとしている（日経エレクトロニクス, 2006 年 6 月号, p.65-74）。

図 10 インチサイズ別の画像総合得点



データ元：日経エレクトロニクス(2006年6月号)

図 10 は、日経エレクトロニクスの調査(2006 年 6 月)をもとに、液晶テレビのインチサ

サイズ別に画像の総合得点をプロットしたものである。調査対象の液晶テレビは、画質の点から上位だと思われる日系メーカ4社と海外メーカ（韓国・台湾メーカ）4社の合計8社を16項目の画質評価項目（各5点満点）で評価し、その総合点を画質総合得点としたものである。同誌では定期的に同様の調査を行っており、評価手法は安定していると考えて良い。なお評価対象の液晶テレビには試作品（量産試作品）が含まれているため、他メーカの市場流通している製品と厳密な比較はできない。しかし、量産試作品であることを考えると、量産品に比べて若干上ぶれしている可能性があるが、違いはわずかであると考えられる。

海外メーカには組合せ開発グループとパネル内製グループが混在しており、公表データからこれを分別することができない。しかし、図10から海外メーカに関する限り、特に30インチクラス(30~39インチ)では、組合せ開発グループであろうとパネル内製グループであろうと画質に大きな違いはないと読み取れる。一方、日系メーカは公表データからパネル内製グループと画像LSI内製グループが分別できる。40インチ以上の製品はパネル内製グループに分類されるシャープ製品である。一方、30インチクラスの製品はいずれも画像LSI内製グループに分類されるメーカ製品（ソニー、松下、東芝）である。

図10から30インチクラスでは、日系メーカが海外メーカよりも高い得点を得ているものの、40インチ以上クラスと比較するとその差は小さい。インチサイズが小さい場合、画質得点の差が小さくなるようである。30インチクラスの海外メーカの3つの液晶テレビの総合得点は65~70点と、ほぼ同様の得点を獲得している。日系メーカの3製品も70~75点とほぼ安定している。このことから、日系メーカと海外メーカの液晶テレビには確固たる差が生じているが、その差は40インチ以上クラスよりも小さいといえる

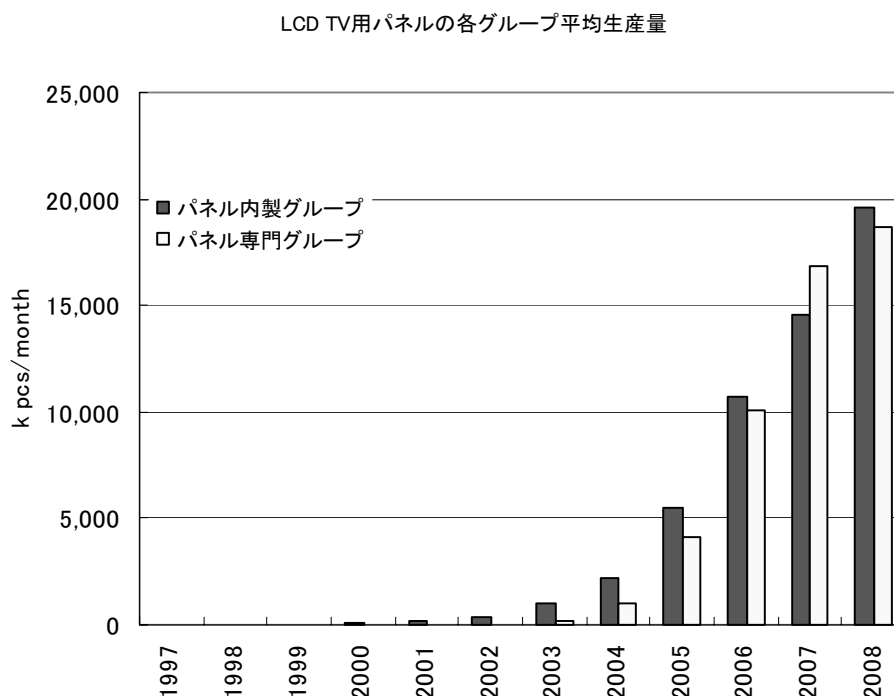
残念ながら、40インチ以上の比較対象データが少ないため断定できないが、40インチ以上クラスでは日系メーカと海外メーカの画質の差がより大きくなる傾向がありそうである。

## コストの比較

液晶テレビのコスト要因のうち最も大きなものは液晶パネルのコストである。組合せ開発グループは、コア部品である液晶パネルを外部の液晶パネル専門メーカから調達しているので、この液晶パネルメーカがコスト競争力を持つかどうか重要な点となる。一方、液晶パネル内製グループは自社で液晶パネルを内製しており、このコストがそのままコスト競争力となる。画像LSI内製グループは液晶パネルを内製していないものの、多くの場合、液晶パネル内製グループの企業と長期にわたる液晶パネル供給契約を結んでいることが多い。液晶パネル内製企業とジョイントベンチャーを作り出資して、液晶パネルの安定供給を図っているケースもある。つまり画像LSI内製グループの液晶パネルのコスト要因は、液晶パネル専門メーカから供給を受けることもあるものの、おおくは液晶パネル内製

グループのコスト競争力に依存している。

図 11 LCD TV 用パネルの各グループ平均生産量推移



(データ元：テクノシステムリサーチ)

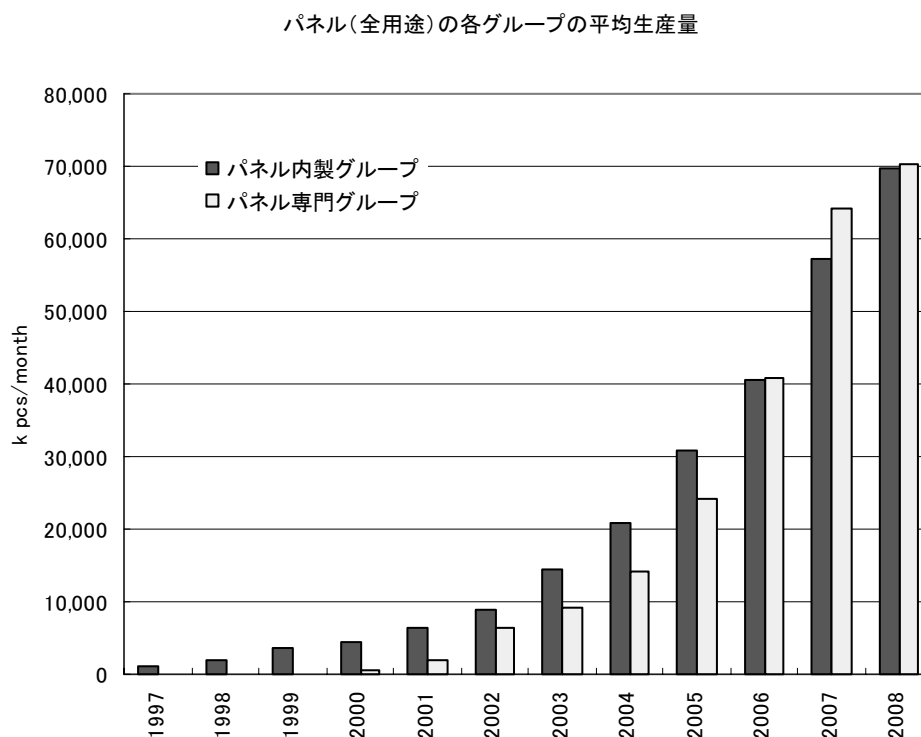
液晶パネルのコスト競争力を示す指標として生産規模がある。ここでは液晶パネル内製グループと液晶パネル専門グループの生産規模推移を比較してみる。液晶パネル内製グループに含まれる代表的企業としては Sharp, Samsung, LG が挙げられる。これに対し液晶パネル専門グループに含まれる代表的企業としては AUO, CMO が挙げられる。図 11 は各グループの平均生産量の推移を示したものである。液晶テレビ向けのパネル平均生産規模では、液晶パネル内製グループの規模が 2003 年頃まで先行していた。しかし 2004 年頃から液晶パネル専門メーカーが急激に生産規模を増やしている。2008 年には両グループともほぼ同程度の生産規模を獲得しており、同程度の規模の経済を享受していると考えられる。

ただし図 11 は液晶パネルの液晶テレビ向け用途の生産規模のみを示しており注意が必要である。液晶パネルは先述のようにノート PC や PC モニター用にも利用され、液晶テレビ用途は近年伸びてきた用途である。ノート PC 用途や PC モニター用途も勘案した生産規模を示したものが図 12 である。パネル内製グループとパネル専門グループの生産規模の推移を見てみると、2006 年以降は両グループともほぼ同規模の生産量を獲得していると思われる。



る。つまり液晶テレビ用途で見た時も、液晶テレビ用途、PC モニタ用途、ノート PC 用途を含んだ全用途で見た時も、同様の傾向を示していると考えられる。

図 12 液晶パネル（全用途）の各グループ平均生産量推移



注：全用途とは LCD TV 用途、PC モニタ用途およびノート PC 用途の合算である。

(データ元：テクノシステムリサーチ)

## まとめ

以上をまとめると、現状では次のように結論づけることが出来ると考えられる。液晶テレビメーカーの開発・生産戦略としては、コア部品である液晶パネルと画像 LSI 両方を外部調達でまかなう組合せ開発グループ、液晶パネルを内製し画像 LSI を外部から調達するパネル内製グループ、画像 LSI を内製し液晶パネルを外部調達する画像 LSI 内製グループの 3 つのグループが存在する。組合せ開発グループは中国メーカーが多い。一方、液晶パネル内製グループには韓国メーカーと一部の日本メーカーが属する。画像 LSI 内製型は日本メーカーが多い。

これらの 3 つのグループのうち、小さいインチサイズ (30 インチクラス) の液晶テレビ

においては画像 LSI 内製グループの画質が高いものの、組合せ開発グループやパネル内製グループとの差は縮小する傾向にある。ただし 40 インチ以上の大型液晶テレビでは画質の差が依然として大きい。

コストの面から各グループをみると、パネル内製メーカーとパネル専門メーカーは同程度の規模の経済を享受していると考えられる。パネル専門メーカーは組合せ開発企業へ主にパネル供給をしている企業である。現状でパネルを内製する事の意味を考えると、両グループが同程度の規模の経済のメリットを受けているので、比較優位上のメリットはパネルを安定的に確保することと品薄になりやすい大型パネルの確保にあると考えられる。一方、パネルを内製していない組合せ開発グループや画像 LSI 内製グループはパネルの安定確保にはリスクを抱えている。画像 LSI 内製グループに属する多くの日系メーカーは、パネル内製メーカーと長期供給契約やジョイントベンチャーを設立することによりパネルの安定供給を図っている。このため画像 LSI 内製グループはパネル内製グループの液晶パネルのコスト競争力に依存している構図となっている。

以上をまとめると次のように言える。中国企業が多く属する組合せ開発グループは、画質の面でその他のグループに追いつきつつある。ただし、40 インチ以上の大きいインチサイズの液晶テレビでは画質の差が顕著になる傾向がある。最大のコスト要因である液晶パネルのコストはパネル専門メーカーに依存しているが、パネル専門メーカーはパネル内製メーカーと同規模の生産量を確保しており、同じレベルの規模の経済を享受していると考えられる。この点から、小さいインチサイズでは組合せ開発は競争力を発揮できるが、大きいインチサイズでは画質の問題が残されている。さらに大きいサイズの液晶パネルは品薄になりやすく安定供給の問題も抱えている。

その点、パネル内製グループは、コスト面や安定供給の面から最も優位に立っている。供給不足になりやすい大型パネルを安定的に確保できるというメリットがある。しかし、このグループに属する海外メーカーが画質の面で、画像 LSI 内製グループと同程度の画質を実現できるかは不明である。一般的な傾向として画像が大きくなるほど、メーカー間の画質差が大きくなりやすいといわれており、この点は留意が必要である。また、液晶パネルを内製すると言うことは、巨額投資を行うことを意味しておりキャッシュフロー上のリスクも大きくなる。

画像 LSI 内製グループは、画質の面で最も優位に立っている。最大のコスト要因である液晶パネルのコストは、長期供給契約やジョイントベンチャー相手のパネル内製メーカーに依存しているが、パネル内製メーカーはパネル専門メーカーと同規模の生産量を確保しており、同じレベルの規模の経済を享受していると考えられる。ただし、パネル内製メーカーとコストで競合した場合、パネル内製メーカーよりもコスト優位に立てるかという点について問題

が残っている。しかし、その代わりに巨額の投資を必要としないため、キャッシュフロー上リスクは小さいと言える。また、品薄になりがちな大型パネルについては前述のようにパネル内製メーカーとの長期供給契約やジョイントベンチャー設立などの手段が必要であるといえる。

最後に、本研究では液晶テレビ産業を取り上げることによって、各分業ネットワークがもつ優位点や問題点を明らかにした。ただし、これらの分業ネットワークが競合した場合、どの分業ネットワークが優位に立つのかについては断定的な結論を得ることは出来なかった。この点については今後の課題といえよう。

### 参考文献

Simon, H.A. (1970) *The Sciences of the Artificial*, MIT Press.

Alexander, C. (1964) *Notes on the Synthesis of Form*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Langlois, R.N. and Robertson, P.L. (1992) "Networks and innovation in a modular system: Lessons from the microcomputer and stereo component industries", *Research Policy*, Vol.21, pp.297-313.

藤本 隆宏・青島 矢一・武石 彰(2001) 『ビジネス・アーキテクチャー製品・組織・プロセスの戦略的設計』有斐閣.

Baldwin, C. Y. and Clark, K.B. (2000) *Design Rules: The power of modularity*, MIT Press, 2000. (邦訳: 安藤晴彦訳『デザイン・ルール—モジュール化パワー—』東洋経済新報社, 2004年.)

藤本 隆宏・新宅 純二郎(2005) 『中国製造業のアーキテクチャ分析』東洋経済新報社.

丸川 知雄(2007) 『現代中国の産業—勃興する中国企業の強さと脆さ』中央公論新社.

今井健一・川上桃子編 (2006) 『東アジアの IT 機器産業-分業・競争・棲み分けのダイナミクス-』アジア経済研究所.

藤本 隆宏・天野 倫文・新宅 純二郎(2007) 「アーキテクチャにもとづく比較優位と国際分業:ものづくりの観点からの多国籍企業論の再検」, 組織科学, Vol.40, No.5, pp.51-64.

新宅 純二郎・天野 倫文 (2009) 『ものづくり国際経営』有斐閣.

新宅 純二郎・立本 博文・善本 哲夫・富田 純一・朴英元(2008) 「製品アーキテクチャ論による技術伝播と国際分業の分析」, 『一橋ビジネスレビュー』, 2008年秋号, pp.42-60.

立本 博文・許 経明、安本 雅典(2008) 「知識と企業の境界の調整とモジュラリティの構築: パソコン産業における技術プラットフォーム開発の事例」, 『組織科学』, 第 42 巻 2 号, pp.19-32.

Tatsumoto, Hirofumi, Ogawa, Koichi and Fujimoto, Takahiro (2009) "The effect of technological platforms on the international division of labor: A case study on Intel's

- platform business in the PC industry” in Gawer, A. (ed) (2009), *Platforms, Markets and Innovation*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, US: Edward Elgar.
- Ulrich, K. (1995) “The role of product architecture in the manufacturing firm”, *Research Policy*, Vol.24, No.3, pp.419-440.
- Fujimoto, T.(2007) “Architecture-Based Comparative Advantage –A design information view of manufacturing”, *Eol. Inst. Econ. Rev*, Vol.4, No.1, pp.55-112.
- 安室 憲一(2003) 『徹底検証 中国企業の競争力―「世界の工場」のビジネスモデル』日本経済新聞社.
- 小川 紘一(2006) 「製品アーキテクチャ論から見た DVD の標準化・事業戦略―日本企業の新たな勝ちパターン構築を求めて―」, *MMRC Discussion paper*, No.64.
- Morris, C. and C. Ferguson (1993) “How Architecture Wins Technology Wars”, *Harvard Business Review*, Mar./Apr., pp.86-96.
- Fine, C. H. (1998) *Clockspeed: Winning Industry Control in the Age of Temporary Advantage*, Reading, MA: Peruseus Books.
- 国領二郎(1999) 『オープン・アーキテクチャ戦略―ネットワーク時代の協働モデル』ダイヤモンド社.
- 藤本 隆宏・安本 雅典(2000) 『成功する製品開発―産業間比較の視点』有斐閣.
- 示村 悦二郎(1990) 『自動制御とは何か』コロナ社.
- 森 泰親(2001) 『制御工学』コロナ社.
- 田口玄一(1976) 『第3版 実験計画法 (上)』, 丸善.
- 宮川雅巳 (2000) 『品質を獲得する技術―タグチメソッドがもたらしたもの』日科技連出版社.
- Suh, N. P., A. C. Bell and D. C. Gossard (1978) “On an Axiomatic Approach to Manufacturing and Manufacturing Systems”, *ASME Journal of Engineering for Industry*, May 1978, pp. 127-130.
- Parnas, D. (1972) “On the Criteria to be Used in the Decomposition of Systems into Modules”, *Communications of the ACM*, December 1972.
- Garud, R, and Kumaraswamy, A. (1995) “Technological and organizational designs for realizing economies of substitution”, *Strategic Management Journal*, Vol. 16, Issue S1, pp.93-109.
- Simon, H.A. (1976) *Administrative Behavior: A Study of Decision-Making Processes in Administrative Organization*, 3rd ed., New York: Free Press.
- Williamson, E.O. (1979), “Transaction-Cost Economics : The Governance of Contractual Relations “, *The Journal of Law and Economics*, 22.

- Asanuma, B. (1989) "Manufacturer-supplier relationships in Japan and the concept of relation-specific skill", *Journal of the Japanese and International Economies*, 3-1, 1-30.
- Sako, M.(1991) "The role of 'Trust' in Japanese buyer-supplier relationships", *Ricerche economiche*, xlv, 2-3: pp.449-474.
- Takeishi, A. (2001) "Bridging inter- and intra-firm boundaries: Management of supplier involvement in automobile product development", *Strategic Management Journal*, Vol.22, pp.403-433.
- Dyer, J.H. and K. Nobeoka (2000) "Creating and managing a high performance knowledge-sharing network: The Toyota case", *Strategic Management Journal*, Vol.21, pp.345-367.
- Sanchez, R. and J. Mahoney (1996) "Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design", *Strategic management journal*, Vol. 17 (Winter special Issue), pp. 63-76.
- Iansiti, M. and R. Levien (2004) *The Keystone Advantage: What the New Business Ecosystems Mean for Strategy, Innovation, and Sustainability*, Boston: Harvard Business School Press.
- Abernathy, W.J. (1978) *Productivity Dilemma*, Johns Hopkins University Press.
- Tushman, M.L. and P. Anderson (1986) "Technological discontinuities and organizational environments", *Administrative Science Quarterly*, Vol.31, No.3, pp.439-465.
- Raymond, E.S. (1999) *The Cathedral and the Bazaar*, O'Reilly.
- Brooks, Jr., F.P. (1995) *The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering, 20th Anniversary Edition*, MA: Addison-Wesley
- Steward, D. V. (1981) "The Design Structure System: A Method for Managing the Design of Complex Systems", *IEEE Transaction on Engineering Management*, Vol.8, pp. 71-74.
- Eppinger, S. D., Whitney, D. E., Smith, R. P. and Gebala, D. (1990) "Organizing the Tasks in Complex Design Projects", *ASME Conference on Design Theory and Methodology*, Chicago, IL, September 1990, pp. 39-46.
- Dahl, O.-J., Dijkstra, E.W. and Hoare, C.A.R. (1972) *Structured Programming*, Academic Press.
- 楠木 建・ヘンリーW.チェスブロウ(2001) "製品アーキテクチャのダイナミック・シフト" 所収 藤本・青島・武石(2001).
- 竹田 陽子(2001) "企業間取引におけるプロセスのアーキテクチャ", 所収 藤本・青島・武石(2001).

- Dosi, G. (1982) "Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change", *Research Policy*, Vol.11, pp.147-162.
- Lawrence, J.W. and Lorsch, P. R. (1965) "Organizing for Product Innovation", *Harvard Business Review*, January-February 1965, pp.109-122.
- Allen, T.J. (1977) *Managing the Flow of Technology*, Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Clark, K., Chew, W.B, and Fujimoto, T., (1987) "Product Development in the World Auto Industry: Strategy, Organization and Performance," paper presented at the Brookings Microeconomics Conference, 3-4 December 1987.
- von Hippel, E. (1990) "Task Partitioning: An Innovation Process Variable", *Research Policy*, Vol. 19, No. 5, pp.407-418.
- Clark, K.B. and Fujimoto, T. (1991) *Product Development Performance*, Harvard Business School Press, Boston.
- 平林 英勝(1993) 『共同研究開発に関する独占禁止法ガイドライン』 商事法務研究会.
- 宮田 由紀夫(1997) 『共同研究開発と産業政策』 勁草書房.
- 立本 博文・高梨 千賀子(2008) 「コンセンサス標準をめぐる競争戦略」 所収 新宅・江藤(2008).  
新宅 純二郎・江藤 学(2008) 『コンセンサス標準戦略—事業活用のすべて』 日本経済新聞出版社.
- Spencer, W.J. and Grindley, P. (1993) "SEMATECH after five years: High-technology consortia and U.S. competitiveness", *California Management Review*, Summer 1993.
- 井上 弘基(1999) 米国半導体産業における産業政策の登場=セマテック, 機械経済研究, 第 30号, pp.1-31.
- 江藤 学(2006) 「2C19 自転車産業における標準化と産業競争力」『研究・技術計画学会 2006年度 年次学術大会講演要旨集』, 研究技術計画学会, 21(2), pp.953-956.
- 土屋 大洋(1996) 「セマテックの分析—米国における共同コンソーシアムの成立と評価—」, 法学政治学論究, 第 28 号, pp.525-558.
- Teece, D.J. (1984) "Economic Analysis and Strategic Management", *California Management Review*, 26 (3), pp.87-110.
- 沼上幹 (1999) 『液晶ディスプレイの技術革新史——行為連鎖システムとしての技術』 白桃書房.
- 新宅 純二郎・許 経明・蘇 世庭(2006) 「台湾液晶産業の発展と企業戦略」, *MMRC Discussion paper*, No.84.
- 新宅 純二郎・善本 哲夫・立本 博文・許 経明・蘇 世庭(2007) 「液晶テレビのアーキテクチャと中国企業の実態」, *MMRC Discussion Paper*, No.164.

赤羽 淳(2009)「台湾 TFT-LCD 産業の発展メカニズム-追随戦略と生産工程に生じたイノベーションの視点から-」 所収 佐藤(2009).

佐藤 幸人(2009) 『台湾の企業と産業』日本貿易振興機構アジア経済研究所.