

<査読付き研究ノート>

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？**―擦り合せ型産業における日本の競争力低下原因の分析―**

中田行彦

1. はじめに
2. 日韓台の液晶生産能力の推移と問題提起
3. 先行研究と分析方法
 - 3.1 液晶に関する先行研究
 - 3.2 日本の競争力低下原因に関する先行研究
 - 3.3 アーキテクチャに関する先行研究
 - 3.4 液晶産業のアーキテクチャに関する先行研究
 - 3.5 分析方法
4. 日本はなぜ韓国、台湾に追い抜かれたのか？
 - 4.1 日韓台の投資戦略の相違―2000年頃
 - 4.2 擦り合せ型産業における意図せぬ技術流出
5. 結論

1. はじめに

テレビ市場で、近年薄型テレビがブラウン管テレビに取って代わった。この薄型テレビに使われているのが液晶ディスプレイである。この液晶ディスプレイは、大型テレビからパソコン、PDA、携帯電話まで応用することができ、処理された情報を人間にわかるように表示する高度情報化社会を支えるキーデバイスである。

このキーデバイスである液晶ディスプレイは、欧州で液晶材料の研究が行われ、米国で液晶ディスプレイとして発明された。そして、日本は、市場に出せる商品を開発・事業化し、液晶産業を創造、成長させてきた。しかし、1996年頃から韓国、1999年頃から台湾が、液晶産業に参入し、近年両国は大きく液晶の生産量シェアを拡大し、日本を追い越し

2007年6月18日提出、2007年11月1日再提出、2007年12月21日審査受理。

た¹。日本の液晶ディスプレイの生産能力シェアは、1997年の約80%から2006年の約13%と、この10年間で急激に低下した。2006年の韓国と台湾の液晶ディスプレイの生産能力シェアは、各々約38%、約45%を持っており、日本との違いが際立っている。また、日本の液晶テレビ市場で1位であるシャープでさえ、世界の液晶ディスプレイの生産量では5位となっている²。

このため、日本は、液晶ディスプレイについて、市場に出せる商品を開発・事業化し、液晶ディスプレイ産業の創造・成長をリードしてきたにもかかわらず、なぜ日本は韓国、台湾に追い抜かれたのか？という問題が提起できる。

このような日本の急激な競争力の低下は、日本の液晶ディスプレイ産業のみならず半導体産業を初め多くの日本の産業で繰り返されてきた。

このため、液晶ディスプレイ産業における日本の競争力低下の原因は何かという問題提起は、液晶ディスプレイ産業のみならず、今後の日本の競争力を維持・強化するための知見を得るために重要である。

これらの状況を踏まえ、本研究は、液晶ディスプレイ産業における日本の競争力低下原因を、日本、韓国、台湾の投資戦略、およびアーキテクチャの視点から意図せぬ技術流出を中心に分析し、今後の日本の競争力を維持・強化するための知見を得た。

2. 日韓台の液晶生産能力の推移と問題提起

日本の液晶産業の競争力の推移と現状を知るため、現在の液晶の大半を占める TFT 液晶に関して、日本、韓国、台湾の液晶生産能力の推移について述べる。日本、韓国、台湾の大型液晶パネルの月間生産能力枚数（15 インチ換算）について、ドイツ証券が行った推移と予測を、2002 年から 2006 年の四半期毎に図 1 に示す。また、「日経マーケット・アクセス」とディスプレイサーチ社のデータから、1997 年から 2006 年の生産能力国別シェアの推移と予測を作成し図 2 に示す。

これから判るように、日本の生産能力がそれほど増加していないのに対し、韓国と台湾は大きく生産能力を増大している。このため、日本の生産能力シェアは、予測機関によって少しの違いはあるが、1997 年に約 80% あったものが 2006 年には約 13% と 5 分の 1 以下に大きく低下している。そして残りのシェアを、韓国と台湾で分けている。

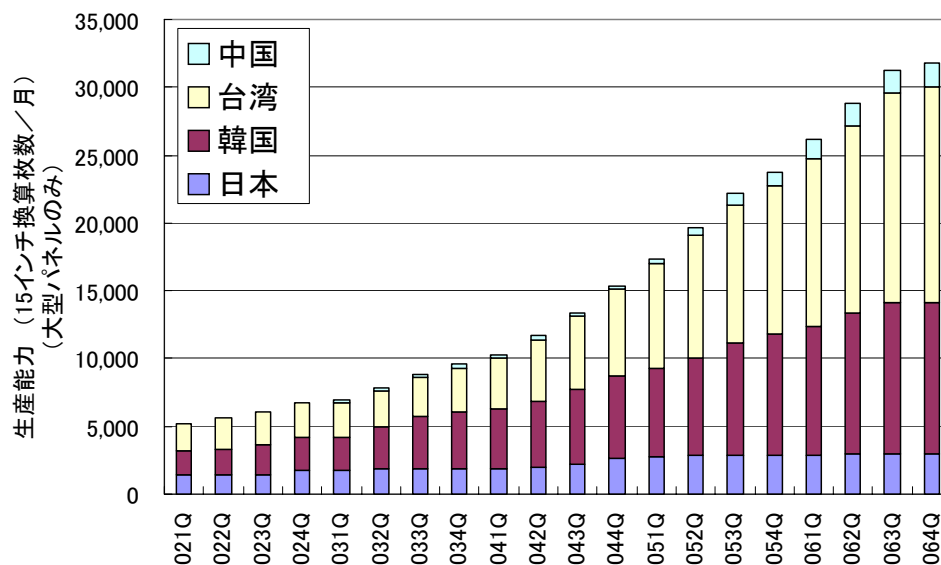
日本は、市場に出せる商品を開発・事業化し、液晶産業の創造・成長をリードしてきたにもかかわらず、なぜ韓国、台湾に追い抜かれたのか？という問題が提起できる。この問題提起に答えるため、まず、先行研究と分析方法を述べた後、問題に対する検討を行う。

¹ 日経マーケット・アクセス（2003）、ディスプレイサーチ（2005）。

² ディスプレイサーチ（2007）。

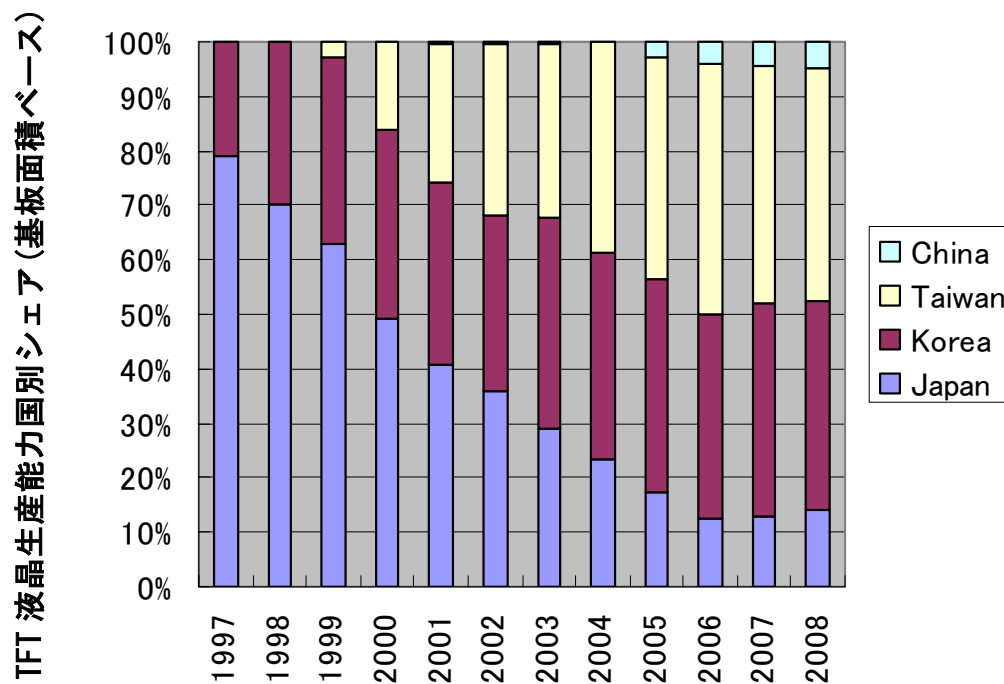
日本はなぜ液晶ディスプレイで韓国、台湾に追い抜かれたのか？

図 1 大型 TFT 液晶パネルの月間生産能力枚数



(出所) 中根 (2004)。

図 2 TFT 液晶生産能力国別シェア



(出所) 日経マーケット・アクセス (2003)、松野 (2005) より筆者作成。

3. 先行研究と分析方法

3.1 液晶に関する先行研究

沼上（1999）は 1996 年までの液晶ディスプレイの精緻な技術革新史から欧米と日本の行為連鎖システムを議論した。液晶産業の競争力に関する先行研究として、新宅・許・蘇（2006）は、現地調査を踏まえて、台湾 TFT-LCD（薄膜トランジスタ液晶ディスプレイ）産業における日本からの技術移転と発展を研究している。王（2007）は、台湾の液晶産業の進化と成長について、メタナショナル経営からの視点から述べている。

しかし、日本の液晶ディスプレイ産業の競争力の低下原因を分析した研究はなかった。また、アーキテクチャと投資戦略の視点から液晶産業の競争力の推移を分析した研究はなかった。

3.2 日本の競争力低下原因に関する先行研究

日本の競争力については種々の研究があるが、本研究領域に近い半導体産業の競争力については、中馬（2006）、中馬・橋本（2007）が、日本はなぜ半導体の DRAM で世界に敗れたか、その敗因の根幹を精緻なデータにより検証している。

しかし、先に述べたように、日本の液晶ディスプレイ産業の競争力の低下原因を分析した研究はなかった。

3.3 アーキテクチャに関する先行研究

アーキテクチャの概念の発展過程を先行研究から述べる。

Clark(1985)は、製品設計において、デザイン・ヒエラルキーという概念と市場との相互関係を論じた。また、Henderson and Clark (1990)は、アーキテクチャ・イノベーションの概念により技術変化を分析するフレームワークを開発した。

一方、Ulrich(1995)は、製品アーキテクチャの分類として、モジュール・アーキテクチャ（モジュール型）とインテグラル・アーキテクチャ（擦り合せ型）に分類した。モジュール型は、「機能体系のなかで機能要素と一対一対応しているもの」、擦り合せ型は、「機能要素が一対一対応でなく複雑な対応をもっているもの」と定義し、さらに広い分野への適用を示唆した。また、Robertson and Ulrich (1990)は、モジュール・アーキテクチャとインテグラル・アーキテクチャの概念を発展させ、製品プラットフォームという概念を出した。

Sanchez and Mahoney(1996)は、モジュール・アーキテクチャの概念を、製品デザインだけでなく、組織デザインに適用した。

そして、Baldwin and Clark(2000)は、先に述べた「モジュール化」の概念の重要性を強調した。彼等は、コンピュータ産業の分析から複雑なシステムを単純化するための概念として「モジュール」の概念の重要性を述べた。この「モジュール化」の特徴として、1) 分業によって、複雑性が管理可能になる、2) 並列作業が調整可能になる、3) 下位システムの「不確実性」に強い、ことが挙げられる。また、設計ルールがオープンになっているため、技術習得や技術移転も行いやすい。また、ベンチャー企業も、そのサブモジュールの研究・開発をすればよく、参入しやすい。

藤本（2001）、青島・武石（2001）は、アーキテクチャについて「分け方とつなぎ方」に着目し、「全体をどのように切り分け、部分をどのように関係づけるか」、換言すれば「構

成要素間の相互依存関係のパターン」によって表されるシステムの性質をアーキテクチャと述べている。またアーキテクチャの定義として、「ある人工物システムをうまく機能させるために、それをどんな構成要素に切り分け、それぞれの構成要素にどんな機能を振り分け、構成要素間の相互依存関係が生じるインターフェース部分（つなぎの部分）をどう設計するか、ということに関する基本的な構想」と規定し、広い定義を用いている。このため、「システム」とはそもそも「相互依存関係」のある複数の「構成要素」からなり、全体としてある「機能」を発揮するものであり、「システムとしてもものを見ること」と「そのもののアーキテクチャを考えること」は一体不可分であるとしている。青島・武石（2001）は、ビジネス・プロセスは内部にさまざまな活動要素を内包している一つのシステムと考えることができ、このシステムの性質は活動要素間の相互作用のあり方のパターンで規定され、これを「ビジネス・アーキテクチャ」と呼んだ。このビジネス・アーキテクチャは、製品アーキテクチャ、生産（工程）アーキテクチャ、流通・サービス・アーキテクチャとそれらの相互関係によって規定されるとした。

藤本（2004）は、「擦り合せ型」の概念を用いて、日本に適するアーキテクチャとして、サブシステム中の調整を必要とする「擦り合せ型」を議論した。彼は、「擦り合せ型」対「モジュール型」および「オープン戦略」対「クローズ戦略」の基礎的なマトリックスへ戦略を分類した。そして、日本の製造業の長所は、「クローズド擦り合せ型」にあると述べている。

3.4 液晶産業のアーキテクチャに関する先行研究

Nakata(2005)、中田（2005）は、液晶産業のビジネス・アーキテクチャを、半導体産業と比較して分析した。

半導体の場合、情報を処理する機能が価値を持っており、素子サイズは直接的には価値を持っていない。設計ルールを微細化することにより、素子サイズを小さくでき、機能も向上でき、コストも下げられる。このため「微細化」が競争原理であり、シリコンウェハサイズや装置は標準化したほうが、デバイスメーカー、装置メーカー共にメリットがある。

このため、設計ルールとして標準化されたシリコンウェハサイズに対応した「標準化装置」があり、また世界的なコンセンサスが得られた「技術ロードマップ」がある。また、半導体プロセスも標準化され、標準化された設計ルールがオープンになっている場合もある。このため、半導体素子プロセスに特化するファウンドリや、検査、パッケージ等の分業が可能になる。

半導体の場合、標準装置をならべ標準シリコンウェハを用いて生産できる可能性がある。また、検査等の一部工程を分業でき、材料・部品・装置等の生産に関わるメーカーとの相互依存関係は弱く、半導体産業のビジネス・アーキテクチャは「モジュール型」と言える。

これに対して、液晶の場合には、ディスプレイであるため大きな画像ほど価値を持っており、液晶パネルのサイズ自体が価値を持っている。つまり、半導体の場合は情報を処理する機能が価値を持っているのに対し、液晶の場合はディスプレイであり液晶パネルのサイズ自体が価値を持っているのである。このため、各社は他社より大きな液晶パネルを生産しようと、「ガラス基板の大型化」が競争原理である。この「ガラス基板の大型化」は、1) 液晶パネルの大型化、2) 生産性向上、3) 歩留まり向上、4) コストダウンと多方面に大きな効果をもたらす。このため、液晶産業は、ガラス基板は標準化されず、他社より大き

な液晶パネルを生産しようと、「カスタマイズ装置」で「カスタマイズ工程」を用いる。ガラス基板の標準化は合意されず、国際的なコンセンサスの得られた「技術ロードマップ」や「標準装置」がなく、もちろんファウンドリもない。

液晶パネルメーカーは、標準ガラスおよび「標準装置」がないため、これらを用いて液晶生産ラインを設計・建設することはできない。液晶生産ラインを設計するためには、材料・部品・装置等の生産に関わる全メーカーとの擦り合せをすることにより、初めてガラスサイズ、装置仕様等の決定ができ、材料・部品の供給が確保されるのである。言い換えると、液晶パネルメーカーは、材料・部品・装置等の生産に関わる全メーカーと、研究、開発、生産の広い範囲で相互依存関係が非常に強く、液晶産業のビジネス・アーキテクチャは、「擦り合せ型」と言える。

このように、半導体産業と液晶産業は、製造プロセス等の多くの類似点をもつが、ビジネス・アーキテクチャは、半導体産業が「モジュール型」、液晶産業が「擦り合せ型」と異なっている。

3.5 分析方法

日本はなぜ韓国、台湾に追い抜かれたのかという問題提起に答えるため、日本、韓国、台湾の投資戦略の比較研究を行った。

また、著者は、青島・武石（2001）の広い定義を採用し、「擦り合せ型」ビジネス・アーキテクチャを、「さまざまな活動要素間の相互依存関係が強いビジネス・プロセス」という定義を用い、液晶産業を分析するアプローチを取った。液晶産業は「擦り合せ型」ビジネス・アーキテクチャを持っているにもかかわらず、意図せぬ技術流出が起こった。この装置を通じての技術流出を中心に、アーキテクチャの概念を踏まえて分析した。

4. 日本はなぜ韓国、台湾に追い抜かれたのか？

日本は市場に出せる商品を開発・事業化し、液晶産業の創造・成長をリードしてきた。

しかし、1996年頃から韓国、1999年頃から台湾が、液晶産業に参入した。韓国、台湾は、半導体産業での学習・経験と、日本企業からの意図した技術移転により、液晶産業を急速に立ち上げた。そして、近年両国は大きく液晶の生産量シェアを拡大し、日本を追い越した。その最も大きな要因である日本、韓国、台湾の投資戦略の相違について、日本の生産能力シェアが追いつかれ、追い抜かれた1998年から2003年にしぼり比較研究した。

4.1 日韓台の投資戦略の相違—2000年頃

(1) 液晶産業の投資戦略の競争原理

先に述べたように、液晶生産ラインの構築において、最も基本となる競争原理は「ガラス基板の大型化」である。この「ガラス基板の大型化」は、1) 液晶パネルの大型化、2) 生産性向上、3) 歩留まり向上、4) コストダウンと多方面に大きな効果をもたらす。

しかし、標準ガラス基板サイズがなく、「標準装置」がなく、国際的なコンセンサスが得られたロードマップもない。また、ガラス基板の大型化により、投資金額が非常に大きくなっている。このように、最も基本となる競争原理は「ガラス基板の大型化」であり、これに対応した生産ラインへの投資が競争に参加するための必要条件となっている。しかし

非常に不確実性が高い状況で、非常に高いリスクを持って、大きな投資金額の決断が求められている。

(2) 投資サイクル

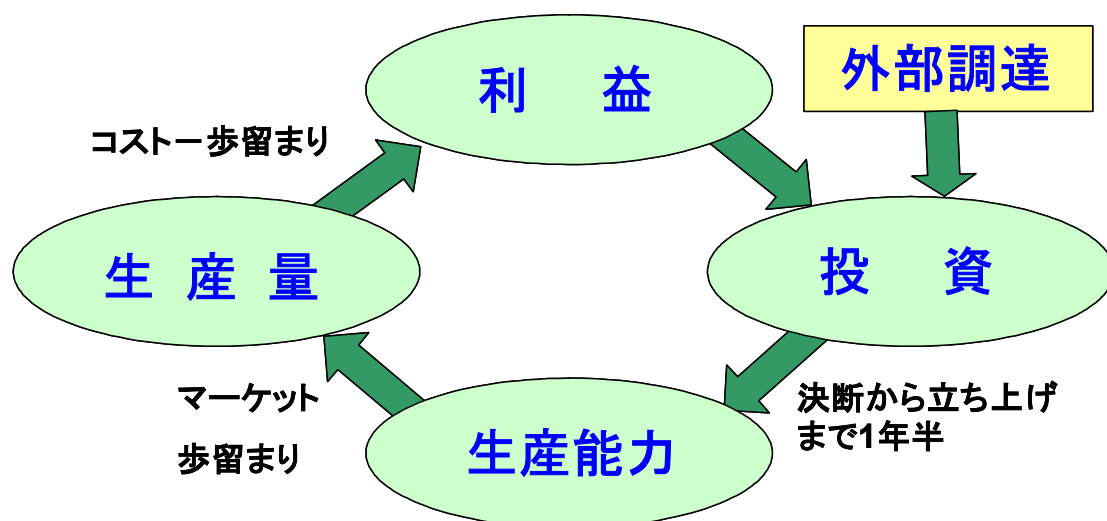
液晶生産ラインへ投資を行う場合の、「投資サイクル」を図3に示す。

まず、液晶生産ラインへの投資決断を行うと、投資資金を自社の利益または外部から調達して、新しい液晶生産ラインを建設する。この建設には、工場や空調設備の建設や、製造装置調達・設置等に約1年以上が必要である。また、装置を最初に稼働させ、全装置を連動して稼働して目標の生産能力が得られるまでの「立ち上げ期間」が、最短でも約6ヶ月必要である。つまり、投資決断から目標とする生産能力を確保できるまでに、最短でも約1年半を要することになる。

次に、新しい液晶生産ラインを立ち上げて生産能力を増大しても、すぐに生産量の増加に直結するわけではない。その原因として、その時の需要がどのようになっているか、その時に他社に比較して液晶パネルサイズや価格等の競争力がある液晶パネルが生産できるか等のマーケットからの要因が挙げられる。また、生産技術面からは、投入したガラス基板から取れる液晶パネル数に対して、実際に良品の液晶パネルが取れる割合を表す「歩留まり」が、生産量と利益を決める大きな要因である。特に、液晶の場合、基板サイズが大きくてコストに占める材料費の比率が大きいため、歩留まりが悪い状態で生産量を確保するには投入数を増やす必要があり、材料費が増大する。利益を出すためには、高い「歩留まり」が必須である。特に、大型のガラス基板から大型の液晶パネルを取る場合、従来よりも「歩留まり」を上げるのが一層難しくなってくる。

そして、生産した結果得られる利益または損失の状況を踏まえ、1年半以上先のマーケットを予測して、外部調達を含めて、投資の決断をすることになる。

図3 液晶産業における投資サイクル

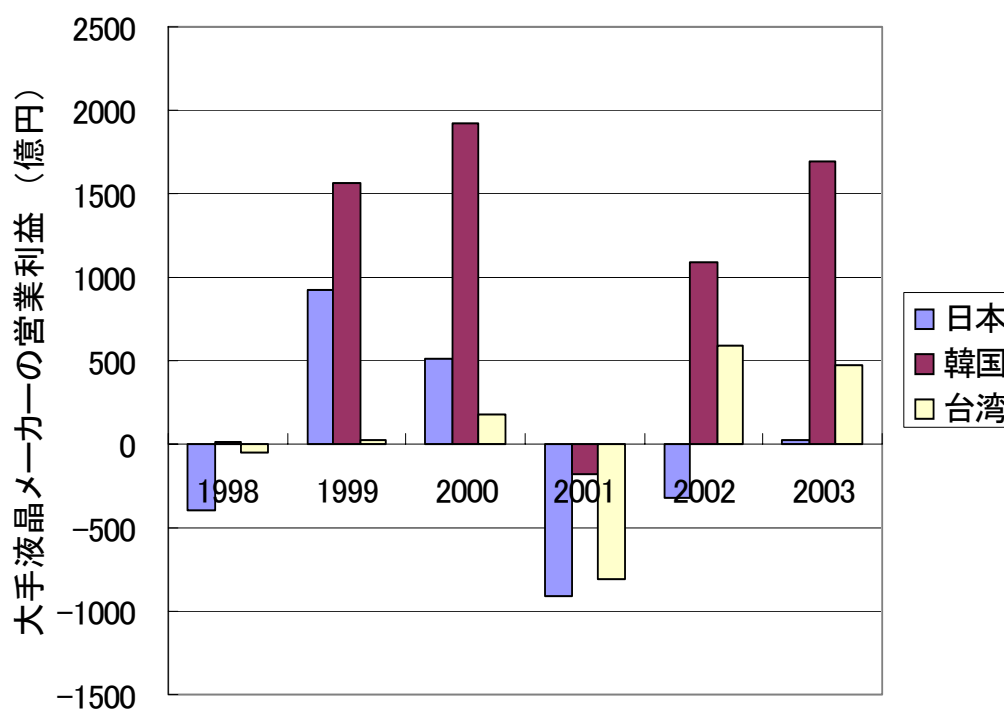


(出所) 筆者作成。

(3) 日韓台の営業利益の比較

図 3 に示した投資サイクルから、液晶生産ラインへの投資決断を行うには、投資資金を自社の利益または外部から調達する必要がある。このため、日本の生産能力シェアが大きく低下した 1998 年から 2003 年の期間の日本、韓国、台湾の営業利益の推移を図 4 に示す。日本は、1999 年、2000 年と利益を出したが、2001 年は大きな損失を出し、2003 年も利益が出せるかどうかの状況になっている。これに対し、韓国は、継続して利益を出しており、他国が大きく損失を出した 2001 年でも若干の損失に止めている。また、最近の 2 年間は大きく利益を出している。台湾は、日本と同様に 2001 年に損失を出したが、2002 年、2003 年と利益を出している。このように、日本、韓国、台湾で、収益に大きな差が生じてしまった。

図 4 日本、韓国、台湾の営業利益の推移



(出所) 図 1 に同じ。

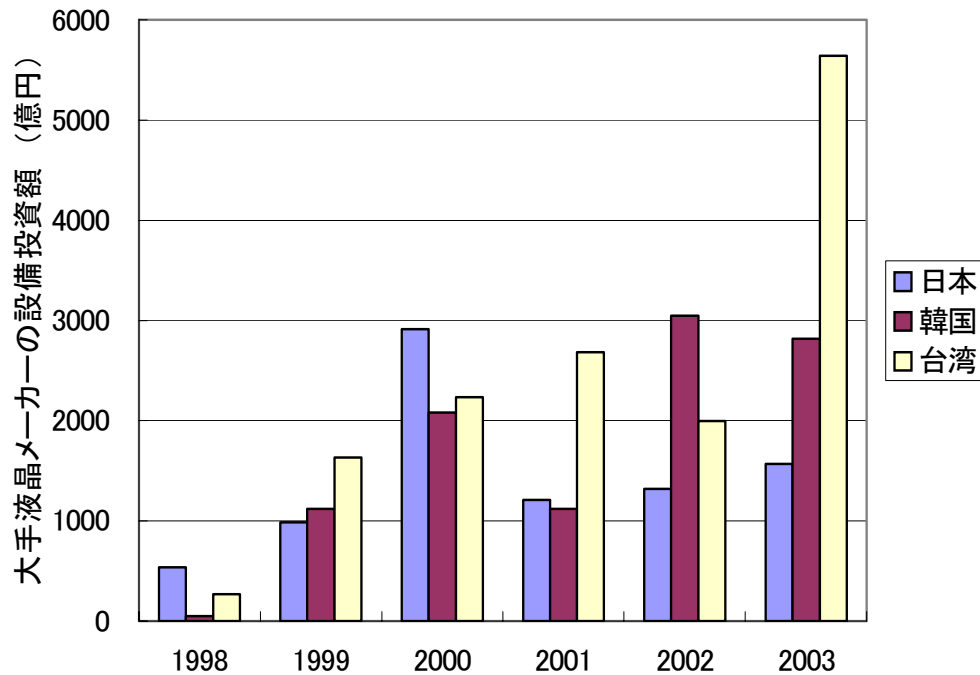
(4) 日韓台の液晶への設備投資額の推移

次に、液晶生産能力を決める設備投資額について述べる。1998 年から 2003 年の期間の日本、韓国、台湾の液晶への設備投資額の推移を図 5 に示す。また、1999 年から 2003 年の液晶製造装置への投資額ランキングを表 1 に、2003 年時点での第 5 世代以降の液晶生産ラインへの投資計画を表 2 に示す。

日本は、1999 年の好況時に、前述のように、大きな利益を上げたため、2000 年に平均的な年に比較して約 3 倍の投資を行った。しかし、液晶生産ラインが稼動した 2001 年はすでに需要が低下しており、大きな損失を計上した。また、2001 年以降は、投資額は維持

したままで、大型投資の決断はなされていない。しかし、2003 年時点で日本ではシャープのみが、表 1、表 2 に示すように、第 6 世代の液晶生産ラインに投資をした。これに対して韓国は、液晶産業が最も苦しんだ 2001 年に投資を決断し、2002 年、2003 年と大きな投資を行った。また、台湾は特に 2003 年に 5500 億円以上と日本の 4 倍近い大きな投資を行った。

図 5 日本、韓国、台湾の設備投資額



(出所) 図 1 に同じ。

表 1 液晶設備投資ランキング (1999—2003 年)

Year Ranking	1999	2000	2001	2002	2003
1	AU Optronics	AU Optronics	Chi Mei	Samsung	Sharp
2	Samsung	Sharp	LG.Philips	AFPD	LG.Philips
3	HanStar	Samsung	HanStar	AU Optronics	Chi Mei
4	LG.Philips	LG.Philips	Sanyo	LG.Philips	Toppoly
5	Chi Mei	CPT	Sharp	Quanta	CPT
6	Hyundai	Toshiba	ST LCD	Sharp	AFPD
7	Hitachi	Chi Mei	CPT	Toppoly	Quanta
8	Toshiba	Hydis	Hitachi	Sanyo	Hitachi
9	DTI	IDTech	Toshiba	Hitachi	SVA-NEC
10	Jilin	Quanta	Quanta	Chi Mei	HanStar

Japan	Korea	Taiwan
-------	-------	--------

(出所) 松野 (2003)。

表 2 2003 年時点での日本、韓国、台湾の液晶設備計画

Nation	Maker	Generation	Glass Size (mm)	Operation Time	
				Year	Month
Japan	Sharp	6	1470x1770	2004	3
		6	1470x1770	2006	4
Korea	LG.Philips	5	1000x1200	2002	3
		5	1100x1250	2003	7
		6	1370x1670	2005	1
	Samsung	5	1100x1250	2002	10
		6	1370x1670	2004	9
		6	1370x1670	2005	1
Taiwan	AU Optronics	5	1100x1250	2003	5
		6	1370x1670	2005	1
	Quanta	5	1100x1300	2003	5
	Chi Mei	5	1100x1300	2003	11
		6	1370x1670	2005	10
	CPT	5	1100x1250	2004	1
		6	1370x1670	2006	7
	HannStar	5	1100x1300	2004	2
Taiwan-Japan	SVA-NEC	5	1100x1250	2004	4

(出所) 表 1 に同じ。

(5) 日韓台の投資戦略の比較

今まで述べてきたものをまとめて、日本、韓国、台湾の 1998 年から 2002 年度の 5 年間の業績と設備投資額の累計を表 3 に示す。各国とも 7000 億～8000 億円の設備投資をしたにもかかわらず、韓国は 4000 億円以上の利益を得たのに対し、日本は損失を出している。また、1998 年から 2003 年までの 6 年間を見ると、2003 年に特に台湾が大きな投資をしたため、投資額の比率は、日本：韓国：台湾＝1：1.2：1.7 となった。また、この 6 年間では、韓国は 6000 億円の利益を出し、台湾も利益を出したのに対し、日本は損失である。

この大きな収益の差の原因は、表 3 の結果からも、投資額の大きさだけではない。このため、投資のタイミングについて検討した。

表 3 主要企業の 1998～2002 年度の業績と投資金額累計
(億円)

	売上高	営業利益	設備投資
日 本 (6社)	41,679	-191	7,028
韓 国 (2社)	21,012	4,393	7,517
台 湾 (5社)	12,682	-73	8,981

(注) 日本企業について営業利益は一部補足されていない (未発表)。

また、一部企業の営業利益はディスプレイ事業全体の数値。

(出所) 図 1 に同じ。

(6) 「クリスタル・サイクル」と投資戦略

投資のタイミングは、「クリスタル・サイクル」と密接に関係している。新しく建設する液晶生産ラインの投資決断から稼動までに、早くても1年半以上かかる。このため、液晶パネルメーカーは、その液晶生産ラインを稼動させる1年半前から数年間のマーケットを予測して、投資する必要がある。しかし、営業利益が出ていない悪い状況の時には、投資を先送りし、上昇局面に入ってから投資決断を行ってきた。言い換えると、世界中の多くの液晶パネルメーカーが、同様な時期に投資決断を行い、同様な時期に液晶生産ラインが稼動し始め、供給が急激に増加する。このように「クリスタル・サイクル」の好況期に各社が投資する場合が多いので、逆にこの事が「クリスタル・サイクル」を引き起こしている³。

次に、日本の生産能力シェアが大きく低下した1998年から2003年の期間の各国の投資のタイミングについて、具体的にしてみる。

日本は、1999年の好況時に、前述のように、大きな利益を上げたため、2000年に平均的な年の約3倍の投資を行った。しかし、液晶生産ラインが稼動した2001年はすでに需要が低下しており、大きな損失を計上した⁴。2001年以降は、投資額は維持したままであり、大型投資の決断がなされなかった。日本は、シャープを除いて、前期利益に影響される投資戦略を取った。つまり、日本の投資戦略には、ビジョンを持って強いリーダーシップで投資するよりも、前期利益に影響される投資行動を取る問題点がある。

これに対して韓国は、液晶産業が最も苦しんだ2001年に投資を決断し、2002年、2003年と大きな投資を行った。これは、低い生産コストを活かし、不況の時でも損失を最小限に止めることにより、「クリスタル・サイクル」の谷で投資を決断したことである。例えば、サムスンの李健熙（イ・ゴンヒ）会長の明確で長期を見据えたビジョンとリーダーシップにより、「クリスタル・サイクル」に影響されないこのタイムリーな投資が、韓国の現在の躍進につながっている⁵。韓国は、自社のキャッシュフローから投資を行っている。韓国は、ビジョンに基づく積極投資型と言える。シャープもこのタイプと言える。

また、台湾は、2003年度に、利益の10倍以上の大型投資を、外部からの資金調達を含め、積極的に行った。このため、台湾の生産能力のシェアは、韓国と並ぶ程度に拡大する。台湾は、外部調達・積極投資型と言える。このため、日々刻々変化する状況の情報をすばやく入手し対応する戦略である

この様に、日本、韓国、台湾で投資戦略は異なり、この投資戦略の相違が日本が韓国、台湾に追い抜かれた最も大きな原因である。

4.2 擦り合せ型産業における意図せぬ技術流出

先行研究として取り上げたように、半導体産業と液晶産業は製造プロセス等の多くの類似点をもつが、ビジネス・アーキテクチャは、半導体産業が「モジュール型」、液晶産業が「擦り合せ型」と異なっている⁶。

「モジュール型」のうち設計ルールがオープンになっている「オープン・モジュール型」

³ 松野（2003）。

⁴ 中根（2004）。

⁵ 同上。

⁶ Nakata（2005）、中田（2005）。

の場合は、オープンになっている設計ルールを移転すればよく、非常に技術移転しやすい。また、企業またはグループ内だけで設計ルールがオープンになっている「クローズド・モジュール型」の場合も、企業またはグループ内で技術移転しやすい。

しかし、液晶産業の場合、ガラス基板は標準化されず、他社より大きな液晶パネルを生産しようとして、「標準装置」がなく「カスタマイズ装置」で「カスタマイズ工程」を用いる。また、藤本（2004）の指摘するように、擦り合せ型は「クローズド擦り合せ型」しかない。

液晶産業のように、この標準化された設計ルールのない「クローズド擦り合せ型」産業で、技術移転はどのように行われるのか？

(1) 意図せぬ技術流出

経済産業省は、2003年3月14日に『技術流出防止指針～意図せざる技術流出の防止のために～』を発表している。近年、経済のグローバル化の進展、特に急成長するアジア地域におけるビジネスチャンスの拡大によって、日本の製造業の海外展開は増加している。このため、「意図せざる技術流出」が何であるかを明確にして対策を講じるために策定されたガイドラインである。このことにより、意図した技術移転を促進し技術移転国の産業の高度化にも資する目的もある。

この防止指針に「意図せざる技術流出」が発生する主なパターンについて、次のように述べられている。

- 1) 技術ライセンスや技術援助にまつわる技術流出
- 2) 海外生産の開始・拡大にともなう技術流出
- 3) 製造に必要な部品や材料に化体された技術流出
- 4) 製造に必要な機械や設備に化体された技術流出
- 5) 製造に必要な図面やノウハウの流出を通じた技術流出
- 6) ヒトを通じた技術流出

擦り合せ型の液晶産業における「意図せざる技術流出」について検討した。

(2) 暗黙知が埋め込まれたカスタマイズ装置

『技術流出防止指針』に記された1つのパターンとして、製造に必要な機械や設備に化体された技術流出が上げられている。液晶は「標準装置」がなく「カスタマイズ装置」であると述べてきたが、この「カスタマイズ装置」からも技術流出が起こりえる。

液晶生産装置は、平均的には2年から3年の間に、次世代の基板サイズが約2倍の液晶生産装置に移行し、各世代の液晶生産装置の生産台数が少ない状況である。例えば、液晶用エッチング装置の場合、大面積を効率良く歩留まり低下を招かないようにエッチングするには、ガス供給方法、基板温度の均一性のみならず、配管等への堆積物を防ぐための加熱ヒーターの設置等の「暗黙知」の埋め込みが必要である。この様なノウハウは、基板サイズが約2倍になると、再度構築する必要があるのが通常の場合である。

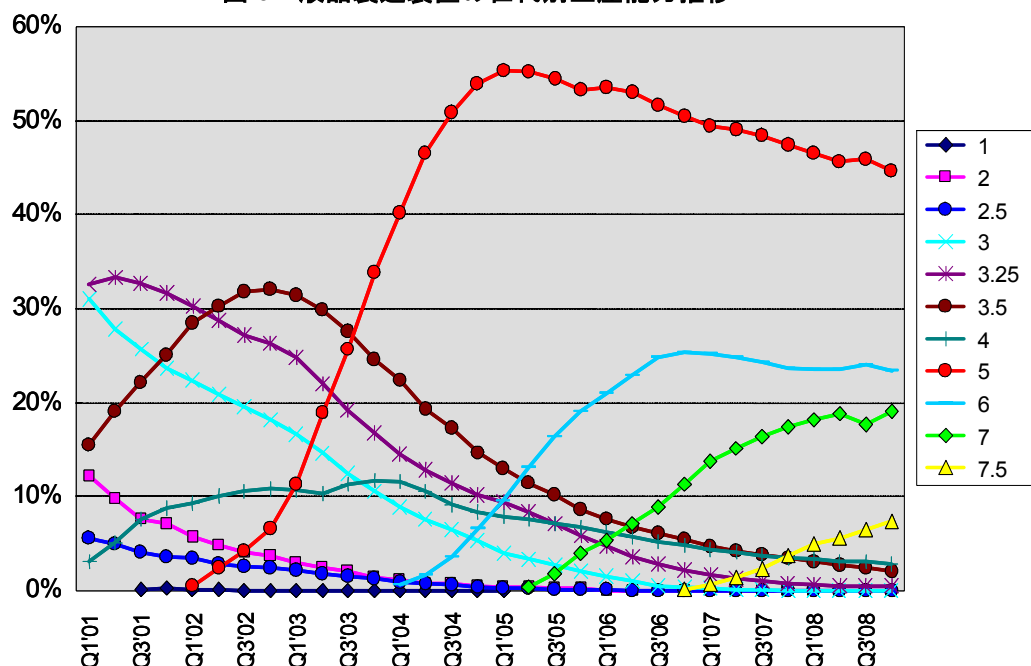
液晶製造装置の世代別生産能力の推移を図6に示す。急激に日本が生産能力シェアを低下させた期間についてみると、第5世代の液晶生産装置が2002年から急激に増加し2004年では、世界の生産能力の約55%を占めるまでにいたっている。つまり、第5世代の液晶生産装置は、「カスタマイズ装置」ではあるが、韓国と台湾の積極的な投資と時期が一致し

た他の世代に比べ大量に生産され、多くの「暗黙知」が埋め込まれた完成度の高い装置であった。このため、第 5 世代液晶生産装置を用いて生産ラインを設計・建設し生産することは、他の世代よりも容易であった。ただし、それ以降の第 6 世代～第 7.5 世代の液晶生産装置は、導入比率が第 5 世代装置より低く、歩留まりの向上・維持に「暗黙知」の擦り合せによるノウハウの蓄積が必要であった。これらの装置を用いた台湾の液晶パネルメーカーは、歩留まりの向上・維持に苦しんだ時期がある。このことから、第 5 世代装置は「カスタマイズ装置」ではあるが、韓国と台湾の積極的な投資と時期が一致した特異な結果である。つまり液晶産業は「カスタマイズ装置」を用い、「擦り合せ型」ビジネス・アーキテクチャでの競争となる。半導体の場合の「標準装置」は、次世代まで 7 年間以上にわたりノウハウが蓄積され、大量に生産・販売される装置であり、液晶の 2 年～3 年で基板サイズが約 2 倍になる「カスタマイズ装置」とは技術の蓄積期間と収益の構造が異なる。

このため、液晶産業と半導体産業は、同じように「暗黙知」が埋め込まれた装置を通じた技術流出が起こったが、ビジネス・アーキテクチャが異なり、基本的に競争戦略も異なっている。

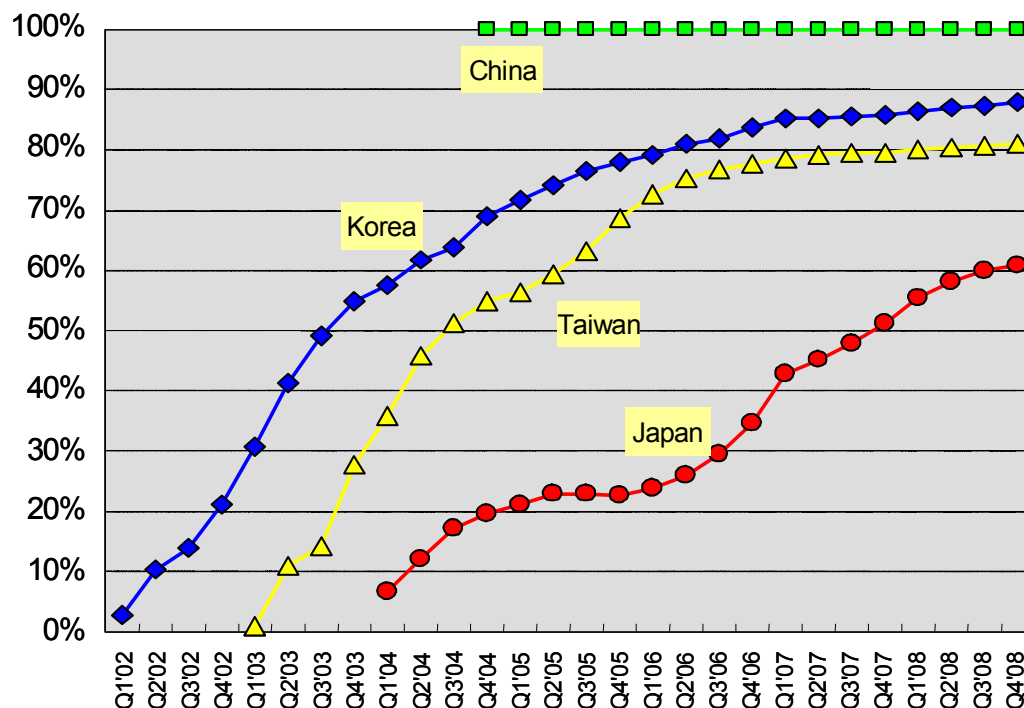
また、第 5 世代以上の液晶生産装置について、アジア各国での基板面積ベースでの占有率を図 7 に示す。2004 年と 2005 年の第 1 四半期における第 5 世代以上占有率は、韓国で 58%と 72%、台湾で 36%と 56%、日本で 7%と 22%であり明確な差が発生した。先にも述べたように、「ガラス基板の大型化」は、1) 液晶パネルの大型化、2) 生産性向上、3) 歩留まり向上、4) コストダウンと多方面に大きな効果をもたらす。この、日本の第 5 世代以上の液晶装置の占有率が低いことが、日本の競争力が韓国・台湾に対して低下した要因になっている。

図 6 液晶製造装置の世代別生産能力推移



(出所) 松野(2005)。

図 7 各地域第 5 世代以上の液晶製造装置の占有率（基板面積ベース）



※地域は、液晶パネルの生産国で定義

（出所）図 6 に同じ。

つまり、日本は、先発者として第 5 世代以前の液晶生産ラインに投資していたことが、負の遺産として働いた。この日本から遅れて投資した投資タイミングが、韓国と台湾に後発者利益をもたらした。

先発者が苦労して創造した液晶事業を、後発者はじっくりと研究し、差別化できる点を見出して、液晶事業を立ち上げる。後発者の戦略は、先発者に比べ遥かにリスクが低い。更に、液晶の場合、「ガラス基板の拡大」の競争原理が、後発者に更に利益を与えた。

このように、韓国、台湾は、積極的な投資と第 5 世代装置により、後発者利益を享受し、一気に日本を追い抜いた。

(3) ヒトを通じた技術流出

液晶工程は「擦り合せ型」工程であるが、「擦り合せ型」であるほど、標準プロセスが少なくマニュアルも少ない。逆に言うとヒトを通じた技術流出が問題となる。

実際、日本の多数の液晶技術者が、韓国、台湾の液晶企業で働いている。また休日を利用し、韓国、台湾でアルバイトをしたとの報告もある⁷。日本企業のリストラによる早期退職や、役職定年制等が、海外で働く誘因になっている場合がある。インセンティブを与えるアプローチが必要である。

⁷ テクノアソシエーツ 東アジア知財問題研究会（2005）。

5. 結論

日本は、液晶ディスプレイを市場に出せる商品として開発し、事業化し、液晶産業を創造、成長させてきた。しかし、1996 年頃から韓国、1999 年頃から台湾が、液晶産業に参加し、近年両国は大きく液晶の生産量シェアを拡大し、日本を追い越した。

日本は、液晶ディスプレイの研究・開発・事業化・産業化にリーダーシップを発揮してきたにもかかわらず、なぜ日本は韓国、台湾に追い抜かれたのか？

このような日本の急激な競争力の低下は、日本の液晶ディスプレイ産業のみならず半導体産業を初め多くの日本の産業で繰り返されてきた。このため、今後の日本の競争力を維持・強化するための知見を得るため、競争力低下の原因をアーキテクチャと投資戦略の視点から分析した。

追い抜かれた最大の理由は、日韓台の投資戦略の相違である。日本は、シャープを除いて、前期利益に影響される投資戦略を取った。韓国は、ビジョンに基づく積極投資型と言える。シャープもこのタイプと言える。台湾は、外部調達・積極投資型と言える。このため、日々刻々変化する状況の情報をすばやく入手し対応する戦略である

また、液晶産業は、「標準装置」がなく「カスタマイズ装置」を用いる「擦り合せ型」産業である。しかし、韓国、台湾が積極的に投資した時期に急激に増加した第 5 世代の液晶生産装置は、「暗黙知」が組み込まれた完成度が高い装置であった。つまり、日本は、先発者として第 5 世代以前の液晶生産ラインに投資していたことが、負の遺産として働いた。このように、韓国、台湾は、積極的な投資と第 5 世代装置により、後発者利益を享受し、一気に日本を追い抜いた。

このように、日本がリーダーシップを持っていた液晶産業で韓国、台湾に追い抜かれた理由を分析した結果、最大の原因は投資戦略に拠っており、ビジョンに基づく積極的な投資が重要であることが判った。

謝辞

経済産業省資源エネルギー庁安藤晴彦氏から、ビジネス・アーキテクチャに関するアイデアの示唆を受けた。また東京大学ものづくり経営研究センター新宅純二郎ディレクターから、液晶産業の競争戦略について示唆を受けた。また経済産業研究所における平成 18 年度「東アジアにおけるリージョナル・イノベーションと企業経営」研究会における意見交換を通じ、慶應義塾大学の矢作恒雄教授、許斐義信教授、浅川和宏教授、北九州市立大学の王淑珍特任助教授、中小基盤整備機構の三本松進氏等から多くの示唆を受けた。また、本報告の基となる研究に、独立行政法人日本学術振興会から科学研究費補助金の交付を受けたことに感謝する。

参考文献

青島矢一・武石彰（2001）「アーキテクチャという考え方」藤本隆宏・武石彰・青島矢一編『ビジネス・アーキテクチャ』第 2 章、有斐閣。

- 王淑珍 (2007) 『台湾の LCD 産業が持続的進化から飛躍的な成長に転じた原動力—メタナショナル経営からの視角』 経済産業研究所 ディスカッションペーパー 07-J-021。
- 経済産業省 (2003) 『技術流出防止指針～意図せざる技術流出の防止のために～』 2003 年 3 月 14 日。
- 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』 東京大学ものづくり経営研究センター ディスカッションペーパー MMRC-J-84。
- 中馬宏之 (2006) 『半導体生産システムの競争力弱化作因を探る：メタ摺り合わせ力の視点から』 経済産業研究所 ディスカッションペーパー 06-J-043。
- 中馬宏之・橋本哲一 (2007) 「日本はなぜ DRAM で世界に敗れたのか その敗因の根幹を検証する(1),(2)」 『日経マイクロデバイス』 第 261 号、pp.41-47、第 262 号、pp.43-50。
- ディスプレイサーチ (2005) 『ディスプレイサーチ FPD コンフェレンス・ジャパン 2005』。
- ディスプレイサーチ (2007) 『第 12 回ディスプレイサーチフォーラム講演資料集』 (東京)。
- テクノアソシエーツ 東アジア知財問題研究会 (2005) 『フラットパネル・ディスプレイ 2005 分析編』 日経 BP 社。
- 中田行彦 (2005) 「液晶産業から見たアジアのイノベーション・システム」 『研究・技術計画学会 講演要旨集』、pp.809-812。
- 中根康夫 (2004) 「液晶産業の展望と液晶メーカーの選択」 『フラットパネル・ディスプレイ 2004 実務編』 日経 BP 社、p.56。
- 日経マーケット・アクセス (2003) 『デジタル家電市場総覧 2004』 日経 BP コンサルティング。
- 沼上幹 (1999) 『液晶ディスプレイの技術革新史』 白桃書房。
- 藤本隆宏 (2001) 「アーキテクチャの産業論」 藤本隆宏・武石彰・青島矢一編 『ビジネス・アーキテクチャ』 第 1 章、有斐閣。
- 藤本隆宏 (2004) 『日本のもの造り哲学』 日本経済新聞社。
- 松野智吏 (2003) 『フラットパネル・ディスプレイ 2003 戦略編』 日経 BP 社、p.56。
- 松野智吏 (2005) 『第 9 回ディスプレイサーチフォーラム 講演資料全集』 2005 年 6 月 15,16 日 (東京)。
- Baldwin, C. Y. and K. B. Clark (2000) *Design Rules: The Power of Modularity*, Cambridge, MIT Press. (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)。
- Clark, K. B. (1985) “The interaction of design hierarchies and market concepts in technological evolution”, *Research Policy*, 14, pp.235-251.
- Henderson, R. M. and K. B. Clark (1990) “Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and Failure of Established Firms”, *Administrative Science Quarterly*, 35, pp.9-30.
- Nakata, Y. (2005) “Why is Asia Pacific So Strong in Liquid Crystal Display Industry? : Approach from Industrial Architectures of Liquid Crystal Display”, Proceeding of PICMET'05 (Portland International Conference on Management of Engineering and Technology) August, 2005, USA.
- Robertson, D. and K. Ulrich (1998) “Planning for Product Platforms”, *Sloan Management Review*, Summer, pp.19-31.
- Sanchez, R. and J. T. Mahoney (1996) “Modularity, Flexibility, and Knowledge

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？

Management in Product and Organization Design”, *Strategic Management Journal*, 17 (Winter Special Issue), pp.63-76.

Ulrich, K. (1995) “The role of product architecture in the manufacturing firm”, *Research Policy*, 24, pp.419-440.

中田行彦（なかた・ゆきひこ）

立命館アジア太平洋大学大学院経営管理研究科教授

立命館アジア太平洋大学アジア太平洋マネジメント学部教授