

MMRC-J-54

アーキテクチャ分析に基づく日本企業の競争戦略

東京大学大学院経済学研究科

ものづくり経営研究センター 研究ディレクター・助教授

新宅 純二郎

2005年10月



東京大学21世紀COE [モノづくり]
ものづくり経営研究センター

アーキテクチャ分析に基づく日本企業の競争戦略

Architecture-based Competitive Strategy of Japanese Firms

新宅 純二郎

Junjiro Shintaku

東京大学大学院経済学研究科

ものづくり経営研究センター 研究ディレクター・助教授

Manufacturing Management Research Center, University of Tokyo

1. はじめに

筆者が所属する東京大学経済学部では、文部科学省の21世紀COEプログラムのひとつとして「ものづくり経営研究センター」を2004年から発足させた。このセンターは、日本発の「ものづくりシステム」の国際的な研究拠点、とりわけ、戦後日本の製造企業で形成された「統合型ものづくりシステム」の理論的・実証的研究を専門に行うことを目指している。

日本の自動車産業の優れた生産システムは、MITの研究者によって「リーン生産システム」というコンセプトに集約されて世界中に広まった。しかしながら、残念なことに、いままで日本にこの種の研究センターは存在しなかった。日本の製造業の競争力について調査・研究しようという個別の研究プロジェクトや官庁や業界団体による委員会は、星の数ほどあった。しかし、それらは、年度末には報告書を出して解散し、また数年たつと、別の組織が主導して同じようなことを繰り返してきた。これまで、ものづくり経営に関して日本には恒常的な研究センターがなかった。

「ものづくり」とはいても工学部ではなく、経済学部の経営学を専門にする研究者が中心になって研究を進めている。我々が目指すのは「ものづくり」の研究ではなく、「ものづくり経営」の研究である。そのためには、研究者だけではなく、産業界の方々の協力・参画が不可欠である。実際、ものづくり経営研究センターでは、産業界と密接な情報交流、知識交流の関係を築く仕組みを創って研究を進めている。日本の大手製造企業16社とのコンソーシアムプロジェクトを立ち上げ、各業界で長年活躍されたシニアの方を特任研究員として招聘し、若手研究者との共同で実態調査を進めている。

1990年代は多くの日本企業にとって苦境の時代で、低い利益に甘んじてきた企業が多い。しかし、その間も、生産システムや技術開発の面では、まだまだその能力を鍛えて、力を蓄積してきた。収益力が下がったから、ものづくり能力が下がったというわけではない。問題は、「ものづくり能力」が企業の「収益力」に結びついていない点にある。高い生産性、高レベルの品質、変種・変量に対応できる生産の柔軟性、短い開発リードタイムといった指標で表現されるものづくり能力が、高い収益力に結びついていく必要がある。そのためには、ものづくりの現場である工場だけではなく、販売の最前線の営業やマーケティング部門、そして事業戦略を考える本社部門が一体になってビジネスの仕組みを連動させて行かなければならない。

そのような視点で研究を進めていく際、また日本企業の競争力を考えていく際、ものづ

くり経営研究センターでは「製品アーキテクチャ」が基本的な分析概念として有用であると認識し、複数の研究プロジェクトを推進している。製品アーキテクチャの理論は、国際貿易のパターンや国の競争優位、企業の競争優位、またその競争優位の持続性を分析する上で、きわめて明快な見通しを与えてくれるものである(藤本 2004, 2005; 藤本・新宅 2005; 藤本・大鹿 2005; 小川 2003, 2005; Ogawa Shintaku Yoshimoto 2005; 善本・新宅・小川 2005; 善本・新宅 2005)。

2. 製品アーキテクチャと組織能力

製品アーキテクチャは製品の基本的な設計思想であり、基本的なパターンとして「インテグラル(擦り合わせ)・アーキテクチャ」と「モジュラー(組み合わせ)・アーキテクチャ」とがある。この製品アーキテクチャのパターンと組織の制度、文化、組織能力の間には密接な適合関係がある。すなわち、組織設計のありかたと製品アーキテクチャには相性があり、特定の組織がふたつの基本パターンの両方で優位に立つことは難しい。このようなアーキテクチャと組織の関係を前提にして、我々は、「日本の製造業で、競争優位をもっているのは『すり合わせ型アーキテクチャ』を持った製品分野である」という基本認識をもっている。それに対して、「モジュラー・アーキテクチャ」のものは、すぐ技術移転してしまうし、キャッチアップされてしまう。

(1)モジュラーとインテグラル

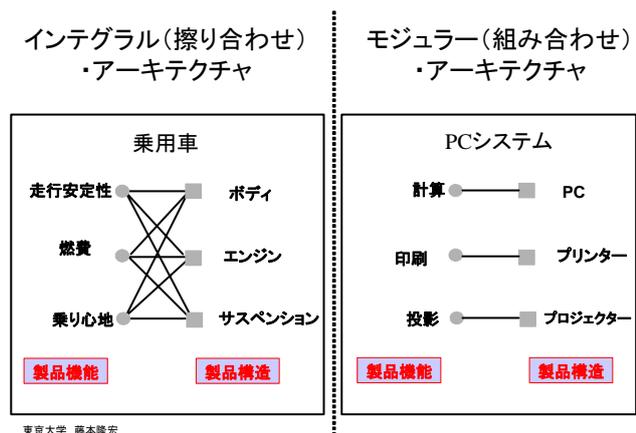
図1は、モジュラー・アーキテクチャとインテグラル・アーキテクチャの基本的な違いを表現した図式である。左側がインテグラル(擦り合わせ)アーキテクチャの典型である乗用車、右側が、モジュラー・アーキテクチャの典型と思われるパソコンシステムである。

我々がアーキテクチャを考えると、「機能 (Function)」と「構造 (Structure)」の関係を見る。製品は必ず、何らかの機能を達成することを目標に設計されるからである。

パソコンシステムは、演算、印刷、投影という達成したい機能があるが、構造としても、演算に対してはPC、印刷に対してはプリンター、投影に対してはプロジェクターと、それぞれ一対一で対応している。この間が標準化されたインターフェースでつながっているという仕組みになっているため、今やプリンターの開発者は、インターフェースさえ守っていれば、プリンターの開発だけに特化すればいい。どういうPCにつなげるのか、どういうプロジェクターに間接的につながるのかを考える必要はなく、完全な分業ができることが特徴である。

それに対して自動車はどうか。自動車の機能はいろいろあるが、例えば走行安定性、燃費、快適性を達成するのに、ボディーフレーム、エンジン、サスペンションなどが複雑に絡んでいる。燃費をよくしようと考えたときにエンジンは非常に重要だが、エンジンだけでは達成できない。ボディーを軽くするのは非常に重要なポイントである。さらに、走行安定性については、例えばボディー剛性を強くする、全体的に重めにつくるほうがよい。サスペンションも走行安定性に寄与する。こ

図1 製品アーキテクチャの基本パターン



東京大学 藤本隆宏

のように、一つの機能に対していろいろな部品が関係しており、特定の機能に特化した部品は少ない。

このようなアーキテクチャでは、製品開発のプロセスで部門間のコミュニケーションがきわめて重要になる。エンジン部門は、燃費を考えながら、馬力もだすという二律背反の問題を解いていかなければいけない。自分が解いていくのと同時に、この部分はエンジンでは解決できないからボデーフレームのほうで解決してくれ、という横連携が必要になってくる。そうすると、必要な組織はおのずと違ってくる。パソコンシステムは分業特化したもので良いが、インテグラル・アーキテクチャの製品で分業特化を進めてしまうと、全く連携がとれなくなり、競争力のある製品は開発できなくなる。

擦り合わせ型に強みのある企業は、組織文化、組織構造、報酬などの制度がインフラとなり、連携活動を推進し、その結果として擦り合わせ型の組織能力を長年かけて蓄積してきたものと考えられる。このようなコミュニケーションに基づく組織能力の蓄積には時間がかかる。短期間で達成できるものではない。そのため、擦り合わせ型製品でキャッチアップするには、相当な時間を要するものと考えられる。

一方、モジュラー型に適した組織の基本は、完全な分業特化して、個々の利益で動く組織である。そのため、モジュラー型での成功は、組織の制度設計が適切であれば、比較的容易であり、キャッチアップは速い。

問題は、現在擦り合わせ型に強みのある企業がモジュラー型製品で攻勢をかけられたときにどのように対抗するかという問題である。そのような企業がモジュラー型への対応として自社組織の構造を変えてしまうと、モジュラー製品での競争力は高まるが、擦り合わせ型での競争力は低下し、それが決定的な弱体化につながる危険性がある。擦り合わせ型に適合した組織能力を蓄積するには時間がかかるが、きわめて短期間で散逸する可能性がある。いったん失うと、擦り合わせ型の製品の時代がきても、それに対応できなくなる（楠木・チェスブロウ, 2001）。

(2)製品・時代・場所で変わるアーキテクチャ

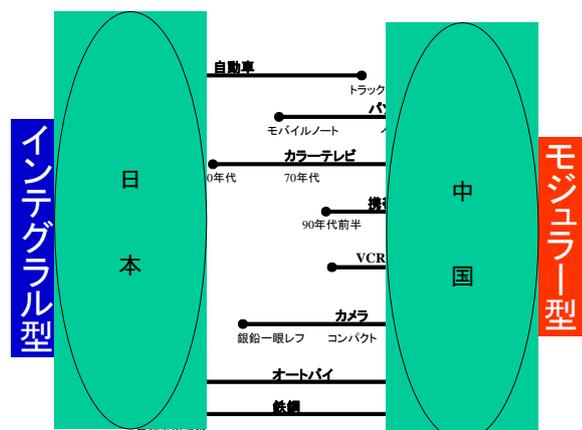
製品アーキテクチャは設計思想であるから、技術的に一律に決まるわけではない。製品によって異なりと同時に、同じ製品でも、時代や場所によっても違ってくる。

自動車では、乗用車はすり合わせ型のアーキテクチャであるが、トラックは、フレーム、エンジンと、かなり分離されている。フレームとエンジンをすり合わせるということはなくはないが、スペクトラムの中ではモジュラー型に近くなる。

パソコンでは、デスクトップ・パソコンはモジュラー型の典型だが、小さなサイズに埋め込むモバイル型のノートパソコンは、すり合わせ型に近づいてくる。

時代によって違うという面でいうと、例えばブラウン管テレビも、60年代は、いろいろな部品をすり合わせてようやくきれいな画質を達成するというので、モジュラー型部品にはなっていなか

図2 製品アーキテクチャの分布



った。技術が成熟していくに従って、今や中国でつくられているブラウン管テレビは、ブラウン管と偏光ヨークを一体にして機能部品として供給し、それを組み合わせて生産する。

携帯電話もそうである。現在、中国で開発されている第2世代の携帯電話は、基本設計があり、それにアプリケーションを乗せて、ほかの部品と接続すればすぐできる。中国の携帯電話市場では、40社で年間700機種もの新機種を出すという競争をしている。700機種も開発できるのは、モジュラー型の開発を行っているからである。

場所によって変わる典型がオートバイである。日本のホンダ、スズキ、ヤマハなどがつくっているオートバイは、きわめて典型的なすり合わせ製品である。中国では、ホンダのCG125を標準モデルにしてコピーを始め、それを共通モデルにして、あたかもPCの世界のような産業構造になっている（藤本・新宅 2005）。エンジン専門メーカー、部品メーカーが標準部品をつくり、それを組み合わせてバリエーションをつくり出すが、ベースはホンダのCG125である。これは、IBM PCの設計思想を取り込んで、COMPAQやDellが事業に成功し、モジュラー的な産業構造が成立しているのと同様である。

3. アーキテクチャのポジショニング戦略

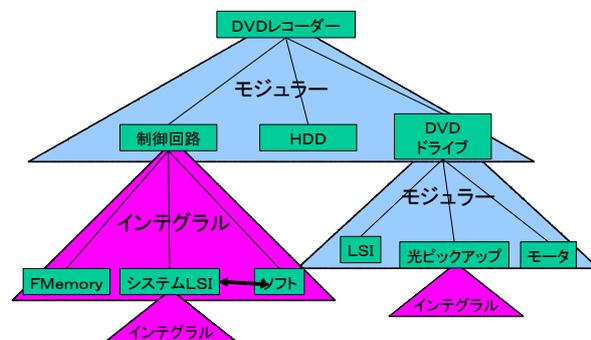
さて、このようなアーキテクチャの枠組みをベースにして、特定の製品についての競争戦略を構想する場合、2つ軸を留意する必要がある。レイヤーの軸と時間軸である。同じ製品でも、階層構造のどのレイヤーか、またどの時代（技術的發展過程）にあるかによって、そのアーキテクチャ特性は異なる。この問題を主としてDVDなど光ディスク製品を例にとりあげて考えてみよう。

(1) 階層的分析 (Hierarchical Analysis)

図3のように、DVDレコーダーは、HDDやDVDドライブといったモジュラー部品の組み合わせで構成されている。その構成要素であるDVDドライブは、LSI(チップセット)、光ピックアップ、スピンドルモーターといったモジュラー部品の組み合わせである。ドライブ・メーカーは、光ピックアップとそれに対応したLSIチップセットを購入すれば比較的容易にドライブを組み立てられる。とくに、中国で生産されているDVDプレーヤーのほとんどは、ほとんどが光ピックアップ、チップセット、あるいはローダーという中間製品をベースにした単純な組み合わせ製品である。

さらに1階層おりてみると、光ピックアップは、レンズ、レーザーダイオード、フォトデテクターなどを組み合わせているが、これらの部品間のすり合わせが開発の段階で非常にある。機能設計を行っても、レンズひとつとっても、レンズだけでは問題が解決できない。設計のねらったところにどのくらいおさまるかを考えるわけだが、ねらった精度と製造能力や設計能力が合わず、どうしてもばらつきが出てしまう。そのばらつきをほかのところで補正する繰り返しをしている。さらに、製造現場でも、部品の特性が一個一個違い、大量生産品で標準部品を組み合わせて組み立てていくようにはなっていない。一個ずつ違う特性を把握して、違うものをすり合わせて組み立てている。したがって、設計、製造、両方の面で、この間のすり合わせが重要な部品となっている。

図3 アーキテクチャの階層構造



(2) 発展過程分析 (Chronological Analysis)

光ディスクは、まずCD-ROMの市場が立ち上がり、時間とともに出荷台数がふえていく。その後、CD-R、DVD-ROM、DVDの書き込み用と各世代が立ち上がっていく。このような世代交代とともに、各世代でアーキテクチャが擦り合わせ型からモジュラー型に転換するポイントがある。CD-ROMでは東芝がデジタル・サーボ (Digital Servo) 回路のチップを外販した1994年が転換点だった。光ピックアップ等をどう制御するかのキーになるのがサーボ回路で、これをデジタル回路で処理できるようチップセットを開発して外販を始めた。これが決定的に製品構造をモジュラーにしていた。CD-Rなどの書込ディスクドライブでも、Write Strategyという技術が製品のモジュラー化を促すきっかけになった (小川2005)。

各世代の製品は、開発され量産が開始された時点では擦り合わせ型であり、日本企業のシェアが圧

倒的であった。製品構造がモジュラー化することで、低下価格下と急速な市場拡大がおきた。しかし、同時に主役は日本企業ではなくなり、韓国企業、台湾企業のシェアが高まっていった。

それに対して、光ピックアップでは、開発からかなり時間がたってもすり合わせ型のままである。そのため、日本企業は高いシェアを維持している。モジュラー型に移っていくのに非常に時間がかかる製品であり、キャッチアップや技術移転も遅い。

このような二つの分析をふまえて考えられる日本企業の戦略の一つは、インテグラル型製品への集中である。インテグラル型への集中は、完成品レベルでも部品レベルでもありえる。完成品レベルではモジュラー型であっても、コンポーネントや部品がインテグラルなケースがある。例えば、冷蔵庫とコンプレッサー、AV製品と光ピックアップ、PCとMPUやコンデンサーなどである。コンプレッサー、光ピックアップ、コンデンサーといった部品レベルでは、インテグラルな特性をもっている。自動車エンジン、ブラウン管、液晶、CCDなどもそれ自体はインテグラルな部品であろう。インテグラル部品は、純粋にハード的な部品とは限らない。たとえば、インバータ型のエアコンでは、コントロールユニットとその中に組み込まれる埋め込みソフトが性能を決める鍵になる。コンプレッサーの能力を最大限に引き出すソフトを組み込んだLSIや電子基板が重要なコンポーネントである。また、自動車エンジンを環境・エネルギー規制に対応させるためには、独自の制御コントロール・ソフトが必要になる。こういったノウハウをLSIの中にブラックボックス化して組み込んだコンポーネントを自社の完成品の差別化に利用したり、モジュラー型完成品メーカーに販売してゆく方法もあろう。

(3) ポジショニングの移動戦略

アーキテクチャに基づいて自社の製品ポジショニングのあり方をとらえ直し、そのポジショニングによる違いを明確に意識した戦略を立てるとというのが、アーキテクチャのポジショニング戦略の考え方である。その際、前述の階層分析の考え方を利用して、アーキテクチャを二つの軸によるマトリックスでとらえる枠組みが有用である。図4で、縦軸は自社製品の内部構造がモジュラー型で

表1. 光ディスクにおける日本企業のシェア (2003年)

	光ディスクドライブ	光ピックアップ
CD-ROM	5.25%	92.50%
CD-RW	5.64%	94.00%
DVD-ROM	10.27%	98.20%
DVD-W	67.60%	82.80%

出所) TSR (2004a, 2004b) とインタビュー調査をもとに推

あるかインテグラル型であるかという軸、横軸は自社製品を販売する顧客側の製品市場がインテグラル型かモジュラー型かという軸である。2×2で4つのポジションが考えられ、それによってとりうる戦略が異なってくる。

図4 アーキテクチャ・マトリックス

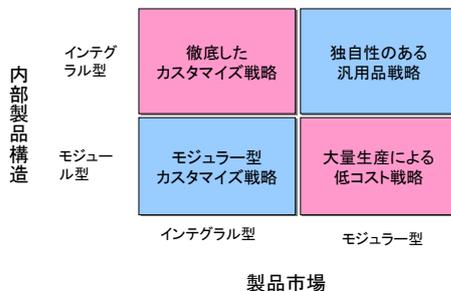
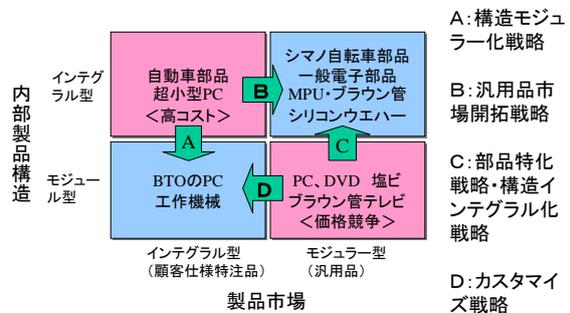


図5 ポジショニングの移動戦略



左下のポジションは、受注生産型の工作機械のようにモジュラー型構造の製品をインテグラル型の顧客（顧客仕様に基づく）に販売するケースである。この場合は、製品のモジュラー化を一層進めて、顧客のカスタマイズ化の要求に迅速かつ低コストで応えていくことである。

右上のポジションは、シマノの自転車部品やインテルのMPUのようにインテグラル型構造の製品をモジュラー型製品を作る顧客に販売するケースである。ここでは、独自性のある汎用品を徹底的に追求することである。汎用品市場での価格競争を回避して高利益をあげるためには、他社から模倣されない独自の製品を、インテグラルな構造を利用しながら作り込んでいく。さらに、汎用品市場であるので、いったん成功した製品を出したら、大規模な投資によってコスト優位を確立することもきわめて重要である。

右下のポジションは、デスクトップ・パソコンのようにモジュラー型構造の製品をモジュラー型の製品市場に販売するケースである。パソコンはそれ自体の内部構造がモジュラー型であるだけでなく、パソコンと接続して使うプリンターなどの周辺機器もあわせたシステムもモジュラー型になっているという意味である。この場合は、非常に厳しい価格競争に巻き込まれることになり、大量生産により低コストを実現するしかない。大規模な先行投資によって、圧倒的なコスト優位を築けば利益をあげる可能性もある。

左上のポジションは、自動車部品のようにインテグラル型構造の部品をインテグラルな製品づくりをする顧客に販売するケースである。この場合、徹底したカスタマイズ戦略を推し進めることが必要になる。中途半端にカスタマイズしても、左上のポジショニング戦略で攻めてくる競争相手にスピードやコストで負けてしまう。

以上、4つのセルで右下と左上の二つのセルにある事業は収益上の問題を抱えていることが多いと推測される。右下のセルでは価格競争が激しく、圧倒的な低コスト体質をもっていないと高収益はあげられない。研究開発などにかかる高い間接費をかかえる企業が、この事業から収益を回収するのは難しい。一方、左上のセルは、製品はカスタマイズしているので高付加価値、高価格であっても、擦り合わせのために高コスト体質になり、結局高い利益を上げることができないことがある。顧客が高い価格を受容してくれればよいが、強い価格交渉力をもった顧客が多い産業では価格が抑制される。したがって、この二つのポジションから他の二つのポジションへの「再ポジショニング=ポジショニングの移動戦略」を考えるとよい。

まず、右下のセルにある事業では、たとえば、顧客の要求にカスタマイズすることで左下のポジションに移行する。デルのBTO販売のようなやり方である。また、完成品レベルでの競争はやめて、インテグラルな構造の部品、他社が作れない部品に特化することによって、右上のポジションに移行する方法もある。

左上に位置する事業にとっても、ポジショニングの移行戦略が考えられる。たとえば、自社部品の構造をモジュラー化することによって、左下のポジションに移行して迅速かつ低コストにカスタマイズできるようにする。あるいは、カスタマイズを通じて開発した製品を汎用品市場で大量に販売する、右上への移行戦略もある。ただし、左上にある企業がこれらの移行戦略を取る場合、左上の事業をすべて放棄する必要はない。左上で徹底的にカスタマイズすることが、次世代の汎用品の開発につながったり、次世代のモジュラー構造のプラットフォームの基礎を与えてくれる。したがって、左上セルに企業にとっては移行戦略というよりも、ポートフォリオ戦略と言ったほうが適切であろう。

4. おわりに

以上のように、擦り合わせ型に強みを持っているとしても、その事業展開は単純ではない。どの製品分野型要素が強いか、どの製品階層でそれが見られるか、また発展過程でどのように変化しているかといった分析をベースにして、ポジショニングの移動やポートフォリオが考えられる。それによって、自社の強みをより活かした事業戦略が可能になってくるだろう。この戦略は同時に競争相手でも同様に考えられるものである。他社は、モジュラー化に適した技術で競争を仕掛けてくるかもしれない。それとの競争の中で、自社に優位な世界を確立していくためには、顧客もまきこんでアーキテクチャの位置取り競争が展開されるであろう。中国の自動車市場などは、擦り合わせ型の高級車を投入する外資企業と、低価格のモジュラー型自動車売り込もうとしている中国企業とがその種の競争を展開しようとしている。どちらのアーキテクチャが市場を制覇するかは、明確ではない。しかし、部品メーカー、完成品メーカー、販売ディーラー、ユーザーを巻き込んだ「価値ネットワーク」を確立できるか否かがその動向を支配するであろう。

参考文献

- Fine, Charles H. (1998) “*Clockspeed : Winning Industry Control in the Age of Temporary Advantage,*” Perseus Books, Reading, Massachusetts. (小幡照雄訳 (1999) 『サプライチェーン・デザイン —企業進化の法則』日経BP社)
- 藤本隆宏 (2004) 『日本のもの造り哲学』日本経済新聞社
- 藤本隆宏 (2005) 「アーキテクチャの比較優位に関する一考察」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シリーズ MMRC-J-24
- 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
- 藤本隆宏・大鹿隆 (2005) 「製品アーキテクチャ論と国際貿易論の実証分析」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シリーズ MMRC-J-47
- 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」藤本隆宏・武石彰・青島矢一編『ビジネス・アーキテクチャ』有斐閣
- 延岡健太郎・上野正樹 (2005) 「中国企業の情報家電における競争力 —モジュラー型製品開発に

おける組み合わせ能力の限界」RIETI Discussion Paper Series 05-J-004

小川紘一（2003）「光ディスク産業のビジネス・アーキテクチャとその変遷」『赤門マネジメント・レビュー』第2巻9号

小川紘一（2005）「光ディスク産業の興隆と発展 —日本企業の新たな勝ちパターンを求めて—」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シリーズ MMRC-J-28

Ogawa, K., Shintaku, J. and Yoshimoto, T. (2005) Architecture-based Advantage of Firms and Nations: New Global Alliance between Japan and Catch-up Countries, 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シリーズ MMRC-F-48

榊原 清則・松本 陽一（2005）「統合型企業のジレンマ —日本時計産業の成功と蹉跌—」技術革新型企業創生プロジェクト Discussion Paper Series #05-14

新宅純二郎（2003）「アーキテクチャ論から見た中国との分業」『日本機械輸出組合 JMC ジャーナル』2003年11月

新宅純二郎・竹嶋斎・中川功一・小川紘一・善本哲夫（2005）「台湾光ディスク産業の発展過程と課題 —日本企業との競争、協調、分業—」『赤門マネジメント・レビュー』第4巻3号

善本哲夫・新宅純二郎・小川紘一（2005）「製品アーキテクチャ論に基づく技術移転の分析—光ディスク産業における国際分業—」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シリーズ MMRC-J-37

善本哲夫・新宅純二郎（2005）「海外企業との協業を通じた基幹部材と完成品事業の連携モデル」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シリーズ MMRC-J-49