



RIETI Discussion Paper Series 05-J-004

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

延岡 健太郎
経済産業研究所

上野 正樹
神戸大学



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所
<http://www.rieti.go.jp/jp/>

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

Competitiveness of the Chinese Manufacturers in the Digital Appliances Industry:
Limits of Combination Capabilities for Product Development of Modular Products

2005年3月

経済産業研究所ファカルティフェロー・神戸大学経済経営研究所教授 延岡健太郎
神戸大学経済経営研究所講師 上野正樹

アブストラクト

中国企業は情報家電においても急速に競争力を高めている。例えば DVD プレイヤーでは、世界市場をリードしている。デスクトップ PC やデジカメについても中国企業から多くの新製品が導入されるようになってきた。これらはモジュラー型製品なので、部品を調達することによって容易に開発できる。ただし、国際的な競争力は、製品によって大きく異なる。例えば、ノート PC やデジカメでは、急速な競争力向上は見られない。同じモジュラー型でも、組み合わせ能力だけでは競争力は持てないのである。本稿の目的は、モジュラー型製品に関する製品開発能力を再検討することにある。つまり、情報家電での中国企業の競争力を題材として、モジュラー型製品開発能力の本質に関する理論的な枠組みを提示することである。重要な示唆は、モジュラー型製品であれば、組み合わせ能力だけで競争力を持てるという議論が、限定的な事例にしか当てはまらないという点である。

1 はじめに

近年、情報家電市場において、中国企業のシェアが急速に成長しつつある。これに対し、いくつかの製品分野では、日本企業は競争力を失いつつある。例えば、DVD プレイヤーでは、中国企業が日本企業を追い抜き世界の市場シェアをリードしている。DVD プレイヤーの技術は、主に日本企業によって開発され、90年代後半に市場導入された。しかし、世界市場においておよそ3年で中国企業に追いつかれ、一気に追い越された。

これを可能にしたのは、DVD プレイヤーがモジュラー型製品なので、部品を外部から調達することによって比較的容易に製品開発や製造ができることである。それでは、他の情報家電製品に関して中国企業の競争力はどのようなものなのだろうか。結論から言えば、同じモジュラー型製品でも、中国企業の競争力は、製品によって大きく異なる。例えば、ノートパソコン（以下、ノート PC）やデジタルスチルカメラ（以下、デジタルカメラもしくはデジカメ）では、DVD プレイヤーに見られたような急速な競争力の向上は見られない。なぜ、モジュラー型製品の中でも、このようバラつきがあるのだろうか。

このような背景のもとに、本稿の最大の目的は、モジュラー型製品に関する製品開発能力を再検討することにある。つまり、モジュラー型製品の開発能力と企業競争力の本質を精査し、同じモジュラー型でも製品・市場特性によって、求められる組織能力は大きく異なる点を指摘する。具体的には、情報家電での中国企業の競争力を題材として、モジュラー型製品開発に必要とされる開発能力の理論的枠組みを提示する。

モジュラー型製品とは、部品間のインタフェースの標準化が確立され、比較的少数の部品から成り立つ製品分野である。これに対し、標準が存在せず、多数の部品設計情報を擦り合わせながら開発する製品がインテグラル型である (Ulrich, 1995)。企業内および企業間での製品開発プロセスの統合性・一体性を必要としないモジュラー型では、市場から標準部品を寄せ集めれば、容易に製品を組み立てることができるとされている (藤本, 2001)。しかし、中国企業のモジュラー型製品における競争力を分析すると、モジュラー型製品であれば、組み合わせ能力だけで競争力を持つという議論が、限定的な事例にしか当てはまらないことがわかってきた。

結論を先取りすると、モジュラー型製品でも、特に、部品技術の技術変化が速い場合や、最終商品の商品コンセプトが競争力の鍵になる場合には、単純な組み合わせ能力では競争力をもてないということである。この点については、藤本 (2001; 2003) や延岡 (2002) など議論されているインテグラル型製品には擦り合わせ能力、モジュラー型製品には組み合わせ能力という二分法ではうまく説明できないのである (上野, 2003)。

具体的には、まず中国企業の情報家電における競争力を製品開発に焦点をあてて分析する。中国企業の競争力を一般論としてではなく、個別製品レベルで精査する。特に、DVD、PC、

デジカメに焦点をあてて、中国企業の現状を見ていくことにしたい。この3つの情報家電製品を詳細に見ると、DVD プレイヤーでは中国企業の躍進が顕著である。PC ではデスクトップ PC 分野で中国企業は勢いをつけている。しかし、ノート PC 分野では米国、日本企業が力を持っている。最後にデジカメでは日本企業が圧倒的に強い。つまり、同じモジュラー型製品でも中国企業の競争力には相違がある。はじめに、この実態を見ていくことにしよう。

続いて、フィールド調査をもとに、3つの製品分野における中国企業の製品開発のパターンをまとめる。中国企業は、主に台湾 ODM 企業を活用し、製品開発をおこなっている。製品の基本設計を台湾企業で実施し、中国では低コストの労働力を活用した生産をおこなっている。この製品開発パターンから見えてくる中国企業の製品開発能力をもとに、モジュラー型製品の特性と開発能力に関するフレームワークを構築する。ここから、中国企業の強みと同時にジレンマを指摘する。最後に、日本企業への示唆をまとめる。研究方法は、市場シェアに関する公刊データと、2003年から2004年にかけて実施した中国企業、台湾企業、日本企業へのフィールド調査から得られた質的データを利用する（調査の詳細は付図表3）。

2 DVD、PC、デジカメにおける中国企業の現状

まず、DVD プレイヤー、PC（デスクトップ型とノート型）、デジカメについて、中国企業の市場競争力を製造データから概観してみよう。表1に、中国市場における2003年の販売台数を示している。結論とすれば、情報家電産業でも製品によって中国企業の市場競争力は大きく異なっている。表1は中国市場での販売量の多い順に並べているが、グレーに網掛けしているのが中国企業である。これを見ると、中国企業はDVD プレイヤー、デスクトップ PC において競争力を持っている。しかし、ノート PC とデジカメの分野では顕著な存在は見られない。なお、世界市場については、付図表において、DVD プレイヤーの地域別生産量、および PC（デスクトップとノート）とデジカメの世界市場シェアを示している。世界市場における中国企業の競争力についても、その占有率は中国市場とは異なるが、全く同様の傾向が見られる。

次に、個別製品の動向を見てみよう。まず DVD プレイヤーは、90年代は日本企業が世界市場のおよそ60%を保持していた。しかし、2002年には中国生産が世界で54%の市場シェアを持つと言われている（日本経済新聞2002年8月13日および付図表1）。近年では日本企業は、DVD レコーダと次世代の DVD 技術の開発に焦点を移している。中国国内においても、海外企業のシェアは23%に過ぎず、圧倒的に中国企業が強い（富士経済, 2004a）。実際、表1-1に示すように2003年の中国国内の DVD プレイヤー市場では、トップ10の企業において9社が中国企業である。データによると、中国市場で步步高（Bubukao）が6.3%でトップになっている。以下5%から3%台の中国企業である。なお、トップ10企業の合計では

中国市場全体の 38%であるが、その他の中も多数の中国企業が存在し、中国企業が市場の多くを支配する構造になっている (CCID, 2004a)。

PC でも中国企業の存在は高まりつつある。中国企業は、特にデスクトップ PC の分野で成長が目覚しい。筆者らとガートナー社の調査によると、中国企業トップの聯想 (Lenovo) は世界市場で 1999 年には 13 位、2001 年には 9 位、2003 年には 6 位と順位をあげている (2003 年データは付図表 2)。また、聯想 (Lenovo) は 2004 年に IBM の PC 事業を買収合併し、勢力を急速に拡大しつつある。他の中国企業では、2003 年には方正 (Founder) と精華同方 (Tongfang) がそれぞれ 14 位、15 位となっている。また、表 1-2 に示す中国国内のデスクトップ PC 市場では、上位 10 社中 8 社が中国企業である。トップ企業の聯想 (Lenovo) は中国市場の 35% のシェアを持つ。海外企業は合計しても中国市場において 3 割程度のシェアに留まっている (富士経済, 2004b)。

表1 中国市場シェア（2003年、販売台数ベース）

（販売台数の単位は万台）

1 DVD プレイヤー

	ベンダー名	国籍	販売台数	占有率
1	步步高(Bubukao)	中国	88.5	6.34%
2	厦新(Amoisonic)	中国	75.0	5.37%
3	新科電子(Shinco)	中国	60.9	4.36%
4	金正科技(Nintaus)	中国	60.2	4.32%
5	万利達(Malata)	中国	59.3	4.25%
6	上海广·(SVA)	中国	52.8	3.79%
7	先科電子(SAST)	中国	5.53	4.08%
8	奇声電子(QiSheng)	中国	4.32	3.19%
9	LG	韓国	4.20	3.10%
10	·多(Idall)	中国	4.15	3.06%
	その他	--	862.9	61.83%
	合計	--	1,395.4	100%

2 デスクトップ PC

	ベンダー名	国籍	販売台数	占有率
1	聯想(Lenovo)	中国	420	34.4%
2	方正科技(Founder)	中国	140	11.5%
3	精華同方(Tongfang)	中国	75	6.1%
4	DELL	米国	53	4.3%
5	TCL	中国	50	4.1%
6	IBM	米国	30	2.5%
7	HP	米国	30	2.5%
8	神州(DigitalChina)	中国	30	2.5%
9	七喜(HEDY)	中国	25	2.0%
10	実達(Start)	中国	20	1.6%
	その他	--	347	28.4%
	合計	--	1,220	100%

3 ノート PC

	ベンダー名	国籍	販売台数	占有率
1	聯想(Lenovo)	中国	19.3	15.4%
2	IBM	米国	18.0	14.3%
3	DELL	米国	16.9	13.4%
4	東芝	日本	16.7	13.3%
5	HP	米国	12.3	9.8%
6	エイサー	台湾	7.1	5.6%
7	サムスン	韓国	6.6	5.2%
8	方正科技(Founder)	中国	6.6	5.2%
9	アサステック	台湾	6.1	4.8%
10	精華紫光(Unisplendour)	中国	5.6	4.5%
	その他	--	10.7	8.5%
	合計	--	126.0	100%

4 デジタルカメラ

	ベンダー名	国籍	販売台数	占有率
1	ソニー	日本	28.6	21.16%
2	キャノン	日本	28.3	20.91%
3	オリンパス	日本	14.0	10.38%
4	コダック	米国	12.5	9.26%
5	聯想(Lenovo)	中国	9.6	7.15%
6	富士フィルム	日本	9.6	7.13%
7	ニコン	日本	5.5	4.08%
8	サムスン	韓国	4.3	3.19%
9	精華紫光(Unisplendour)	中国	4.2	3.10%
10	パナソニック	日本	4.1	3.06%
	その他	--	14.3	10.58%
	合計	--	135.4	100%

- (出所) 1 CCID(2004a)2003-2004 Annual Report on China's DVD Player Market, p.13.
 2 富士経済(2004b)『2004年 中国電子機器産業・市場の展望(下巻)』, p.20.
 3 CCID(2004b)2003-2004 Annual Report on China's Notebook Market, p.33.
 4 CCID(2004c)2003-2004 Annual Report on China's Digital Camera Market, p.22.

一方、ノート PC では状況が異なっている。筆者らとガートナー社の調査によると、2003 年の世界市場では上位企業に中国企業はランクしてない。米国、日本、台湾企業が上位を占めている（付図表 2）。世界市場において、中国企業でトップの联想（Lenovo）でさえも 17 位に留まっている。表 1-3 に示す中国国内のノート PC 市場では、上位 10 社中 3 社が中国企業である。ノート PC も中国市場では联想（Lenovo）が力を持っている。しかし、米国企業（IBM、Dell、HP）、日本企業（東芝）、台湾企業（エイサー、アサステック）、韓国企業（サムスン）らの市場シェアも高い。この結果、デスクトップ PC とは対照的に、海外企業が中国市場において 6 割以上のシェアを持っている（CCID, 2004b）。

デジタルカメラは、ノート PC よりさらに極端な状況である。世界市場では、日本企業と米国企業で 90%以上のシェアを持っている。特に日本企業の存在が大きく、世界の 80%以上のシェアを持っている（付図表 2）。また表 1-4 に示すように中国市場においても、トップ 10 のうち、日本企業 6 社（ソニー、キャノン、オリンパス、富士フィルム等）が上位を占めている。その他は、米国企業（Kodak）、韓国企業（Samsung）、中国企業（联想 Lenovo、精華紫光 Unisplendour）である（CCID, 2004c）。現状では、中国市場においても、世界市場においても、中国企業の競争力は低い。

以上のように、中国企業の競争力は、DVD プレイヤーおよびデスクトップ PC の分野と、ノート PC とデジカメの分野で対照的な結果となっている。ただし、この現状がそのまま中国企業の製品開発における競争力の本質を反映しているとは断定できない。例えば、それぞれの分野の価格や普及率に違いがあり、それらが競争力に影響をもたらしている可能性はある。例えば DVD プレイヤーの平均単価は 700RMB 以下であるのに比べ、デジカメは 2200RMB である（CCID, 2004a）。低価格商品であれば中国企業が競争力を持ちやすい点は否定できない。また、ノート PC やデジカメは、ライフサイクルのはじめにある。販売台数のデータでも、これら 2 つの製品は DVD プレイヤーやデスクトップ PC の 10 分の 1 程度である。今後ノート PC やデジカメの分野でも、製品の成熟化とともに DVD プレイヤーと同様に、中国企業が競争力を高める可能性も否定できない。しかし、次節以降で説明するが、インタビュー調査をもとにした製品開発方式のパターンから判断すると、現状ではここで述べてきた中国企業における製品間の競争力の差異は妥当な議論だと判断している。また、本稿での中心的な議論である、製品開発特性と組織能力の関係に関する概念枠組みの問題ではなく、ライフサイクルに応じて製品開発特性が変化するのである。

3 中国企業の製品開発：分業構造と製品開発パターン

同じモジュラー型製品でも、中国企業が急速に力をつけた分野と、そうでない分野があることが分かった。次に、中国企業の製品開発の特徴を見ていくことにしよう。DVD プレイ

ヤー、PC、デジタルカメラにおける中国企業の製品開発には共通パターンがある。それは、海外の「モジュール（部品）技術」と海外の「設計（エンジニアリング）能力」を活用していることである。製品間で、モジュール技術や設計能力の活用先に違いがあるが、国際分業を活用する枠組みは共通している。ここでは3つの製品別に、製品開発パターンを見ていこう。それぞれについて、モジュール技術と製品開発の中核である基本設計に注目して概要を説明する。

DVD プレイヤー：モジュール技術として重要なものは、光ピックアップと画像を圧縮・変換するチップセットである。光ピックアップの主要な供給先は日本企業（三洋、ソニー、松下、日立等）である。またチップセットの供給先には日本・台湾・米国企業（NEC、MTK、ESS、サンプラス等）がある。基本設計は、製品の仕様・レイアウト決定、およびチップセットと光ピックアップの組み合わせから成り立つプラットフォーム（デコーダ IC システム）の設計が中心である。ここで中国企業は、プラットフォームの設計を台湾と米国のチップセット企業から購入する。そして、チップセット企業が提示するプラットフォームの仕様案にもとづいて光ピックアップや駆動部品を購入している。つまり、チップセット企業が相性のよい光ピックアップや他部品の選定を行い、その提案にしたがって中国企業側が部品を購入し、最終製品を組み立てていく。このパターンにおいて、中国メーカーは生産のみを担当している。インタビュー調査では、中国のトップ企業である步步高（Bubukao）でさえも、基本設計以降の開発作業をすべて委託・購入していることが聞かれた。

PC：主要モジュールには、CPU、チップセット、メモリー、HDD（ハードディスク）、液晶ディスプレイ、光ディスク装置、マザーボードがある。これらの供給先は、米国企業、日本企業、台湾企業である。基本設計は、デスクトップ PC とノート PC で内容と方法が異なっている。デスクトップ PC の場合、製品に搭載する主要モジュールの仕様を決めることでほとんどが終わる。しかしノート PC の場合、レイアウトに制約があり、また各モジュールの種類が多様である。このため基本設計として、仕様決定後に構造・回路設計とベアボーン（モジュールを搭載・接続する「マザーボード」と「ボディ」の2つが組みつけられたもの）の設計が必要になる。ノート PC において中国企業は、台湾 ODM 企業（広達、大衆、仁宝、英業達など）に構造・回路設計を含めたベアボーン的设计を委託している。そして、ODM が提示するモジュール（インテルの CPU や日立の HDD など）を調達し、ベアボーンへのモジュール組み付け作業として生産をおこなっている。つまりノート PC でも、中国企業は基本設計と部品選定を外部に委託し、ベアボーン以降の生産を行っている。このため、例えば、インタビュー調査を実施した中国でノート PC の生産台数において第3位を誇る精華紫

光 (Unisplendour) でも、ノート PC のエンジニアは 5 人と少ない。

デジタルカメラ: デジカメの主要モジュールは、CCD、光学系部品、液晶ディスプレイ、バッテリーである。これらの供給先は主に日本企業である。基本設計は、仕様決定後に各モジュールの連結を規定するプラットフォームの開発作業がある。中国企業は、基本設計をデザインハウス (設計専門会社) や日本企業に委託し、生産についても日本企業の OEM を使っている。デザインハウスには中国企業や台湾企業がある。また、基本設計から生産までの全てを日本企業が行うこともある。デジカメの場合、中国企業は CCD や光学系部品を手に入れることができても、これらを連結する作業 (プラットフォーム開発や最終製品の生産) がまだ出来ない。このため、モジュールサプライヤやデザインハウスから、基本設計以降のソリューションを含めて購入している。こうした中で、各モジュールの技術知識やモジュールの組み合わせの技術を蓄積している。例えば、インタビュー調査をおこなった TCL 通信では、日本や台湾企業の ODM を使って既に製品を展開している。この中で主要モジュールを日本企業から購入するのにあわせて、日本の生産技術者から積極的に生産指導を受けている段階である。

ここで見てきた製品の開発パターンを更に詳細をみると、モジュール技術や設計能力の調達先のほかに、設計カスタマイズの程度や、生産をどこまで自社で行っているのかについて製品間・企業間で違いがみられる。例えば、DVD プレイヤーでは、ディスクのローディング技術開発をおこない差別化をはかろうとする企業もある。ノート PC のようにベアボーンを台湾から調達し、ベアボーンに搭載するモジュールの組み付け作業を自社で行う場合や、デジカメのように生産そのものも OEM に委託している場合もある。しかし、基本的には、モジュール技術の選定と基本設計を海外企業に依存していることはパターンとして共通している。

エンジニアリングの大部分を外部へ依存しながら、中国企業が競争力を持ちえるのは人件費だけでなく、販売費と一般管理費が、先進国と比較して格段に低いからである。急激な低価格化が進行している DVD プレイヤーにおいて、原価に上乗せできる利益は小さい。中国企業の低コスト体質および、DVD プレイヤーの生産に特化している小規模な体質は、低い利益率で競争しなくてはならない DVD プレイヤー市場に適合している。

4 中国企業のモジュラー型製品開発力の限界：製品・市場特性

前節で説明したように、モジュラー型製品では、高度な製品開発能力を持たない中国企業

でも、部品や基本設計を購入することで、製品を開発・製造することが可能である。その上で、ホワイト・ブルーカラーの人件費が低いことを利用して、中国企業は世界的な競争力を実現できる。このパターンを実現した代表的な事例が DVD プレイヤーである。一方で、同じモジュラー型であるにも関わらず、ノート PC やデジタルカメラでは、徐々にシェアを増やしているものの、急速に競争力を高め先行企業を追い越すという状況にはなっていない。つまり同じモジュラー型製品でも、中国企業の競争力に大きなバラつきがある。本節では、製品特性に注目して、モジュラー型製品の競争力を決定する概念的な枠組みを論じる。

中国企業のモジュラー型製品開発力の有効性を決定する要因は何であろうか。結論としては、中国企業が競争力を持つためには、製品特性として次の 2 つの条件が考えられる。第 1 には、モジュラー型製品でも、部品技術が比較的安定し技術変化が少ないことである。つまり、大きな技術変化や性能変化がないままで同じような部品を長期間使用しても、競争力が落ちないことである。第 2 に、市場・顧客ニーズが単純、つまり、部品モジュールを組み合わせることによって実現される機能のみによって、顧客が製品を購入することである。逆に、市場・顧客ニーズが複雑な場合には、単純に数字で表される機能以外の、商品コンセプトやブランドが重要となり、中国企業は競争力を持ちにくいということである。

以上の点を図示し、製品をプロットしたのが図 1 である。図 1 は、縦軸が製品アーキテクチャで、モジュラーかインテグラルの分類である。まず、インテグラルの場合には、製品開発力の低い中国企業が競争力を持ち得ないことには異論はないであろう。インテグラル型製品の代表例として「自動車」を図の中に示している。自動車では、比較的技術は安定しているにも関わらず、商品力・収益力共に、中国企業は追いつく段階にはない。次に、横軸には、上記の中国企業の競争力に関する条件を決定する部品技術特性（左図）と市場・顧客ニーズ特性（右図）を示している。左右両方の図において、モジュラー型製品であっても、左側（つまり左上のグレーのゾーン）に製品特性が位置している場合においてのみ、中国企業が競争力を持ちえるということをここでは議論していきたい。

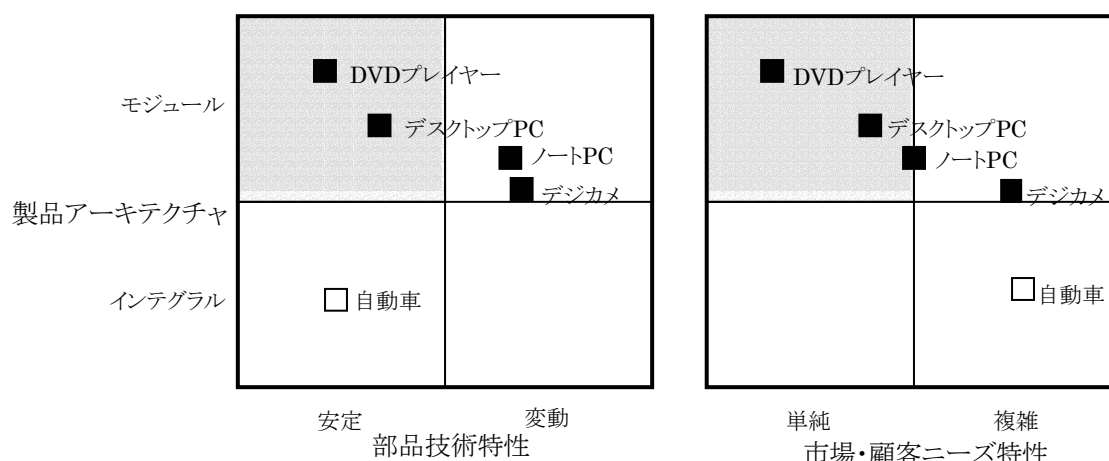


図1 部品－製品－市場マトリクス

最初に、部品技術特性（左図）であるが、同じモジュラー型製品でも、技術変化の頻度と程度が高い場合には、単純な組み合わせ能力に依存している中国企業は競争力を持ち得ない。DVD プレイヤーの技術は比較的早く安定したので、中国企業の組み合わせ能力が効果的であったし、現在もその競争力は顕著である。一方で、ノート PC は低電圧版の CPU や輝度の向上が進む液晶ディスプレイなどにおいて、過去数年間に頻繁に技術変化が起きている。また、デジカメについても、主に画素数が 100 万画素レベルから 500 万画素レベルまで、CCD 技術が革新されることによって急速に変わってきている。従来、部品技術が変化しても、モジュラー型であれば、部品の寄せ集めで製品を開発できると考えられてきた。しかし、実際には、モジュラー型においてもインテグラル型と同等かそれ以上に、重要な統合タスクが存在している。次節で詳述するが、簡単に言えば、モジュラー型製品における統合タスクとは、一般的に擦り合わせと呼ばれる部品間の調整というよりも、適切な部品を選択して部品がシステム全体に適合するかどうかを検証するプロセスである。

次に、図1の右側の図であるが、市場・顧客ニーズ特性を横軸にとっている。これが単純な製品の代表例は DVD プレイヤーである。DVD プレイヤーは、明示的な機能と価格の関係によってコモディティ的な購入をされている。適切な部品の組み合わせさえ実現できれば、製品としての競争力は実現できる。一方で、たとえモジュラー型製品であっても、それらを組み合わせた機能以上の価値を顧客が評価する製品も少なくない（図1右図において、右上のセルに位置する製品）。例えば、大ヒットしたアップルの iPod（音楽プレイヤー）やソニーの VAIO（ノート PC）などである。

本稿で扱う製品の中では、特にデジカメに対する顧客価値は複雑であり、中国市場においても、DVD プレイヤーとは購買行動が大きく異なっている。デザインや使いやすさ、信頼性などが大きく影響し、結果として、ブランドが購入決定を左右する要因となっている。デ

ジカメ大手の精華紫光 (Unisplendour) の副社長は「デジカメはブランドが重要なので、中国企業は商品としては同じような機能のものできたとしても、ソニーやキヤノンのように強いブランドを持った商品を追い越すためには 4~5 年はかかるだろう」と述べている。同様に、ノート PC においても、IBM のブランドの大きさがインタビューした中国企業経営者の何人かによって指摘されている。联想 (Lenovo) が IBM の PC 事業の買収に際して、ブランド獲得を理由のひとつにしているのはこのためである。

以上の議論をまとめると、部品技術変化の頻度と程度が高く、市場・顧客ニーズ特性が複雑であれば、中国企業の競争力向上は難しいだろう。ここで述べてきたように、DVD プレイヤーは、この枠組みから考えても中国企業が競争力を持ちやすく、一方、ノート PC とデジカメは、それを困難にする製品特性を持っているということである。

本節では、モジュラー型でも部品技術変化が大きい場合には、製品として統合することが困難であることを主張した。しかし、この点についてはモジュラー型製品の開発特性に関する本質的な議論に立ち返る必要がある。一般的には、モジュラー型製品の特徴として、製品アーキテクチャと部品間インタフェイスのデザインルールが決まっているので、部品間の擦り合わせが必要でなく、たとえ技術変化があっても、統合タスクは必要ないと考えられているからである。そこで、次節では、モジュラー型製品においても、技術変化が高い場合には、擦り合わせとは性格が異なった非常に大きな統合タスクが要求されるという点を議論したい。

5 モジュラー型製品開発に必要とされる組織能力の本質

モジュラー型製品の開発は、デバイスさえ調達すればあとは組み合わせるだけで、インテグラル型のように擦り合わせが必要ないので、製品としての統合が簡単だという側面がある。しかし、それはモジュール化の特徴の半面しか反映していない。

前述のように、モジュール化とは、モジュールに分割し、その間のインタフェイスをルール化することである (Ulrich, 1995)。ルール化することによって、そのルールが広く活用され易くなるので、標準化へつながる傾向が強い。これらによって、モジュール化の効果としては、大きく分類すると 2 つがある。第 1 にデバイス間の調整や擦り合わせが簡単になり、製品統合が容易になる、第 2 にモジュール単位での技術開発を独立して実施でき、多くの企業が別個に取り組めるのでイノベーションが促進される、ということである。モジュール化の定義や効果については、Langlois & Robertson (1992)、Baldwin & Clark (2000)、青島・武石 (2001)、青木 (2002) など十分に議論されているので詳細は省略するが、ここでの議論は彼らの議論と整合し、それらに異論を呈するものではない。

筆者らは、モジュール化の議論の問題点のひとつは、モジュール化がもたらすこれら 2 つの効果 (製品統合の容易さとイノベーションの活性化) を別個に議論する傾向に起因してい

と考えている。製品統合の容易さを重視する場合には、比較的技術の変化が少ないデスクトップ PC や、極端な場合にはレゴのような例を用いて、組み合わせればまともな製品ができる点を強調する。一方で、イノベーションの促進を強調する場合には、製品アーキテクチャと部品間インタフェースのルールが決まることによって、例えば多くのベンチャー企業が参入できることによる技術革新の活性化を議論する。本稿が取り上げたいのは、これらのモジュール化がもたらす2つの効果を、統合的に考えることの重要性である。

ここで議論したい概念的な枠組みを図2に示している。重要なことは、モジュール化には、①製品統合の容易さと②イノベーションの活性化効果があるのと同時に、③で表しているように、これら2つの間に負の関係が存在するという点である。つまり、モジュール化のもたらす効果としてのイノベーションの活性化は、デバイスの技術革新の程度や頻度を高め、またイノベーションに取り組む企業数を拡大することによって、製品としての統合を困難にするという側面が存在するのである。この両面を総合的に勘案すると、モジュラー型製品は、インテグラル型製品よりも、製品統合が単純化されるということは必ずしも言えないということが重要なのである。

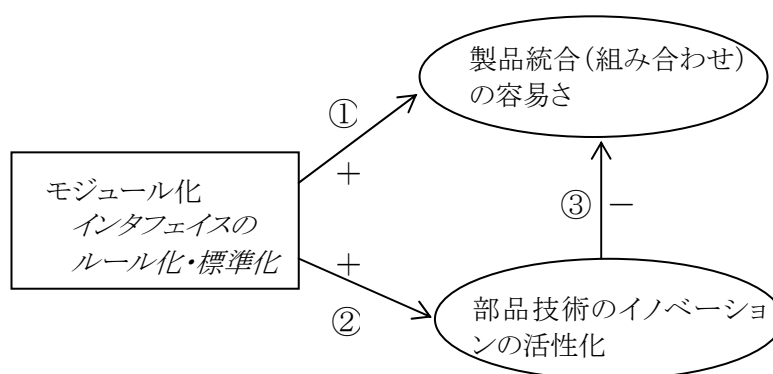


図2 モジュール化効果のダイナミクス

では、モジュールの技術革新が促進された場合に、製品統合を困難にするという意味を考えてみよう。製品統合を困難にするということは、インテグラル型製品のように、擦り合わせが重要になるということであろうか。ここでは、インテグラル型製品の製品統合の困難さと、部品の技術革新が活発な場合のモジュラー型製品の製品統合の困難さの相違点を明確にしたい。

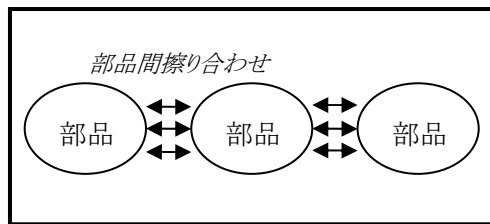
Baldwin & Clark (2000) によると、製品アーキテクチャをモジュール化する場合には、事前に「デザインルールを規定する」ことと、その後の「システム統合と検証」の両方が必

要だとしている (Baldwin & Clark, 2000:邦訳 p.86 の図 3-4 を参照)。製品アーキテクチャが変わり、デザインルールの再規定が必要な場合には、モジュラー型製品開発でも、製品統合の困難さが高いことは明らかである (青木, 2002)。ここでは、製品アーキテクチャには大きな変更がない場合を仮定しよう。PC やデジカメに見られるように、製品アーキテクチャおよびデザインルール自体への変更は小さいが、モジュラー型製品であることに起因して、部品技術革新が促進され革新の程度と頻度が高まる場合である。この仮定のもとでは、事前のデザインルールの再規定は必要ない。

しかし、Baldwin & Clark (2000) が述べているもう一つのポイントである、適切な部品を選択し「システム統合と検証」を実施することは必要なのである。つまり、部品技術が大きく変わった場合や性能が拡大する場合には、その部品がシステムとして機能するかどうかの検証が重要なのである。Baldwin & Clark では、「検証コストはモジュラー型設計のアキレス腱である」(前掲著:邦訳 p.319) と述べている。具体的に上野 (2003) は、ノート PC の開発において、輝度やコントラストや色純度を改良した LCD を使う場合には、他の部品との間のインタフェースのルールは明確であるにもかかわらず、200 以上の試作 LCD を入手して検証する必要があったことを述べている。また、製品に新しく無線 LAN 機能を搭載する場合には、LCD パネルの配置と電波の解析・調整というシステム統合が行われ、多大な検証タスクが必要とされた。ハードディスクに関しても、記憶容量の増加にともない、ローディング (ロード・アンロード・テスト) やファームウェアの技術検証に高度な知識と労力が必要になっていったことを論じている。

製品統合の困難さについて、インテグラル型製品における部品間擦り合わせとの違いを図示したのが図 3 である。インテグラル型であれば、部品間の構造やデザインルールが明確に決まっていないので、製品開発の中で部品開発が進行し、この過程で部品間の擦り合わせが行われる。一方で、モジュラー型の製品開発では、部品間のデザインルールは決まっているので、そこでの擦り合わせは無い。しかし、部品の技術革新が起こった場合には、システムの中で部品機能が適切に発揮されるのかについてのシステム統合検証 (system integration verification) が必要なのである。こうしたシステム統合検証が必要になる根本的な原因は、システム統合に関するルールの決定 (および個別製品開発レベルでの基本設計) と、部品開発が分離されていることに起因している。そのため、ルールが固まっているといっても、部品がシステムと整合性があることは保障されていない。だからこそ、検証プロセスが不可欠であり、しかも部品間の柔軟な擦り合わせができない中で、それを実行することは非常に困難なのである。

(1) インテグラル型の製品統合



(2) モジュラー型(+部品の技術革新)の製品統合

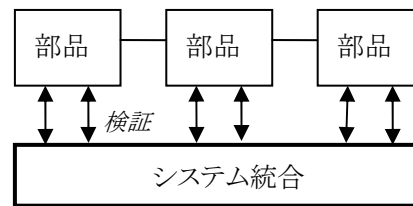


図3 インテグラル型とモジュラー型の製品統合の差異

また、インテグラル型とモジュラー型の製品開発における製品統合の差異は、その統合タスクが部品間の擦り合わせか、システムとの整合性の検証かという違い以外に、問題が発生した場合の解決方法にも差異がある。製品統合に問題が発生した場合には、インテグラル型製品開発では、部品間で更に擦り合わせることによって解決をはかろうとする。一方で、モジュラー型の場合には、インタフェイスのルールが決まっているので擦り合わせには限界がある。そのため、製品統合の問題がある場合には、インテグラル型の場合よりも、部品を取り替えることによって解決する傾向が強い。つまり、インテグラル型の擦り合わせに対して、モジュラー型製品開発では、検証と部品の組み換えが効果的にできる能力が必要だということであろう。これを実行するためには、部品技術に関する知識とシステム統合に関する知識がなければ対応できない。これらの能力に欠ける中国企業は、同じモジュラー型製品でも競争力の拡張が困難なのである。

5 まとめにかえて：中国・日本企業およびモジュール化研究への示唆

中国企業は、組み合わせ能力を中心とした製品開発能力と国際競争力を構築してきた。しかし、本稿で論じたように、モジュラー型製品といえども、組み合わせ能力だけでは限界がある。我々の現地調査の中でも、その点に留意し組み合わせ能力だけではない真の製品開発能力が必要だと考えている中国企業の経営者も少なくなかった。実際に、これを目的として、技術ノウハウを持った多くの台湾系の技術者を雇用している。しかし、製品開発に関する能力構築は、必ずしも迅速に進んでいるとはいえない。

製品開発能力の構築を遅らせている原因は、ある意味では DVD プレイヤーの成功体験に起因しているようである。つまり、他の製品においても同じようなビジネスモデルでの成功を目指す傾向が強い。その傾向を助長している原因は次の 3 点である。第一には、3 節で詳述したように、モジュラー型製品であれば、その本質的な特徴として、水平分業が容易であり、DVD プレイヤー以外の製品に関しても、何とか製品化は可能だということである。第二に、水平分業の活用が可能であれば、長期的な視点から大きな投資が必要とされる製品開

発能力構築よりも、短期的な視点から部品技術やシステム統合を外部依存してしまうからである。経営戦略としても、それが中国企業の「強みを活かした経営」という短期的な合理性に合致するので、低賃金に依存した組み合わせの部分にのみ資源を配分する傾向が強い。第三に、台湾企業・日本企業が、部品の供給だけでなく、製品開発能力も積極的に提供するの、中国企業の水平分業に依存する戦略が容易に実現できるという点である。本論からは少しはずれるが、この点は、日本企業へも重要な問題提起をしている。日本企業にとって、部品事業は大きな収益源のひとつであり、部品を多く販売するためにも、中国企業が製品の事業化ができるように助けるのである。しかし、これが最終製品での中国企業の急速な成長を助長し、最終商品の市場競争では、日本企業を困らせているのである。

中国企業への示唆としては、まず、モジュラー型製品であっても、DVD プレイヤーと同じように成功できるとは限らないことを、その理由やロジックとともに理解することである。その上で、製品開発能力を構築するべきなのか、水平分業を背景として組み合わせ能力だけに依存するのが良いのか、明確に方針を立て、実行することが求められている。実際には、前者の方針を立てた場合には、自前での能力構築は時間がかかりすぎるので、联想 (Lenovo) が IBM を買収したように、組織能力ごと企業を買収する例が増えていくであろう。

次に、日本企業への示唆として、本研究はモジュラー型製品において競争力を持続するための戦略構築にむけた枠組みを提示していると考えている。一般的には、日本企業はインテグラル型製品には強いが、モジュラー型製品では利益をあげることができないと考えられている。モジュラー型製品における付加価値の源泉としては、(1) デルのような最適な部品を組み合わせる仕組み、または (2) 技術が集約された部品モジュールの販売、という 2 つの選択肢しかないという前提に基づいている企業も少なくない。しかし、本稿で示唆されるのは、商品コンセプトでの付加価値創造はもちろんであるが、より重要なのは、部品技術を頻繁に進化させながら、それをシステム統合するプロセスに付加価値の源泉が見出せるはずだということである。

ただし、この場合には同時に、顧客に提供する価値を進化させる必要がある。なぜなら、特定の部品技術の進化へのニーズには限界があるので、顧客価値との整合性という点で永続的な技術革新は意味がなくなるからである。例えば、デジカメもこれまでは、より高品質な画質を求めて CCD の技術革新を継続的に起こってきたが、ほとんどの顧客に関して画質は十分なレベルに到達してしまった。そのため、CCD の進化は止めざるをえない。こうした結果として、技術が安定したモジュラー型製品であれば中国企業が競争力を持ってしまうだろう。つまり、CCD の進化が止まる前に、画質以外の顧客価値を創造し、新たな部品革新のニーズを創造することが求められているのである。

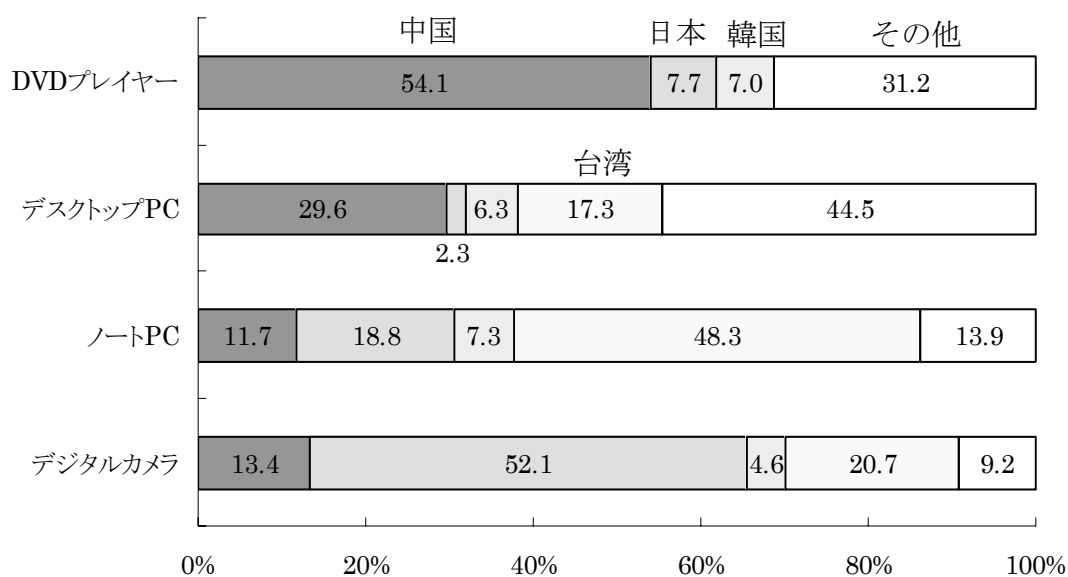
最後に、近年モジュール化の研究が増えているが、それに対する示唆を述べたい。筆者も

含めて、モジュール化の議論では、「製品統合が困難で擦り合わせを要するインテグラル型製品」と「組み合わせが中心で製品統合は比較的安易なモジュール型製品」の対比を論調としたものが多い（延岡, 2002; 藤本, 2003）。本稿が強調したのは、モジュール化の効果において、製品統合を容易にする要因であるインタフェイスの標準化が、一方ではイノベーションの活性化をもたらし、それが実は製品統合を困難にしているという、複雑な因果関係が形成されている点である。この点を考え合わせると、モジュール化のポイントのひとつであるイノベーションの活性化があまり重要でない場合に限って、モジュラー型製品の方が、インテグラル型製品よりも製品統合が容易だといえる。このような動的で複雑な因果関係に基づいて、モジュール化の本質のより深い理論的な議論が必要である。

例えば、本稿の主張に対して、「モジュラー型製品は製品統合が容易だからこそ、部品技術のイノベーションが起きやすいのであって、いくらイノベーションが活発になってもインテグラル型よりも製品統合は容易なはずだ」とする考え方もあるかもしれない。しかし、部品レベルで独立した形でのイノベーションが活発な場合には、システムへの適合性という意味からは、過度なイノベーションにまで進展する可能性が高い。つまり、閉じられた場（企業内・企業間）で擦り合わせを行うインテグラル型製品よりも、モジュール化がもたらす開かれたイノベーションの場の方が、Rosenberg (1976) が述べるような技術的不均衡 (Technical imbalance) が起こりやすいと考えられるのである。不均衡が大きくなれば、統合が困難になることは言うまでもない。

また、実証研究に関しても、モジュラー型製品開発における製品統合のプロセスや能力については、その存在が的確に認識されていなかったり、製品統合の困難さが過小評価されていることなどを一因として、十分な研究がされているとはいえない。一方で、自動車の製品開発を中心として、インテグラル型の製品開発における製品統合に関する研究は進んでいる（藤本, 2003）。このような現状を考えると、今後、モジュラー型製品開発に関して、理論的・実証的な研究がされるべき多くの課題が残っていると考えている。

付図表 1 世界生産シェア



(出所) 日本経済新聞 2002年8月13日(2002年予想ベース)をもとに作成。

付図表 2 世界市場シェア

	デスクトップPC (2003年)		ノートPC (2003年)		デジタルカメラ (2001年)	
1	DELL	26%	HP	17%	ソニー	20%
2	HP	23%	DELL	15%	キャノン	18%
3	IBM	6%	東芝	13%	富士フィルム	16%
4	富士通	5%	IBM	8%	オリンパス	16%
5	NEC	4%	エイサー	7%	ニコン	12%
6	联想 Lenovo	4%	富士通	6%	カシオ	5%
7	エイサー	3%	NEC	5%	ミノルタ	3%
8	e-machines	3%	ソニー	5%	ペンタックス	2%
	その他	26%	その他	24%	その他	8%

(出所) デスクトップPCおよびノートPC：延岡・上野&ガートナーの共同調査。

デジタルカメラ：みずほ証券株式会社(2003年)『精密機器デジタルカメラの見方』p.9.

付図表 3 インタビュー調査リスト

地域	製品	企業名	インタビュー対象者	調査日時
中国	DVD	先科電子 SAST	マーケティング担当：Chen Chang De 氏	2004年11月22日
中国	DVD	奇声電子 QiSheng	開発担当：Yue Hung We 氏	2004年11月22日
中国	DVD	步步高 Bubukao	マーケティング担当：Wu Gian 氏	2004年11月22日
中国	PC	精華紫光 Singhua Unisplendour	事業部長：Hung Junjie 氏	2004年10月27日
中国	PC	精華同方 Singhua Tongfang	開発担当：Zhang Shijun 氏, Nhang Lei 氏	2004年10月27日
中国	PC	TCL 電子	マーケティング担当：Tina Xu 氏	2004年11月24日
中国	DC	精華紫光 Singhua Unisplendour	副社長（マーケティング担当）：Pei Song 氏, Liou Ji 氏	2004年10月25日
中国	DC	北京華旗数碼 Beijing Huaqi Information Digital Technology	事業部長：Zhang Dong 氏 マーケティング担当：Miao Jun 氏, Cui Zhi Jie 氏	2004年10月25日
中国	DC	TCL 通信	マーケティング担当：Li Ning 氏	2004年11月23日
台湾	PC	Alpha Networks	社長：Wonder Wang 氏, 副社長（製造担当）：CC Peng 氏, 副社長（日本事業担当）：William Chang 氏	2004年2月23日
台湾	PC	Acer	事業部長：Jim Wong 氏	2004年2月24日
台湾	PC	ASUSTeK	製造担当：Chris Li 氏, Tony Chen 氏	2004年2月24日
台湾	PC	Giga-Bite	企画担当：Nai Jiue Peng 氏	2004年2月24日

その他、国内は松下電器（開発・購買3名、2003年10月28日）、NEC（開発・購買・製造3名、2004年11月2日などで、聞き取り調査を実施した。

参考文献

- 青木昌彦（2002）「産業アーキテクチャのモジュール化：理論的イントロダクション」青木昌彦・安藤晴彦編著（2002）『モジュール化：新しい産業アーキテクチャの本質』第1章，東洋経済新報社，pp.3-31.
- 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・青島矢一編著『ビジネス・アーキテクチャ：製品・組織・プロセスの戦略的設計』第2章，有斐閣，pp.27-70.
- Baldwin, C. Y. and K. B. Clark（2000）*Design Rules: The Power of Modularity*, Cambridge: MIT Press（安藤晴彦訳（2004）『デザイン・ルール：モジュール化パワー』東洋経済新報社）.
- CCID（2004a）*2003-2004 Annual Report on China's DVD Player Market*.
- CCID（2004b）*2003-2004 Annual Report on China's Notebook Market*.
- CCID（2004c）*2003-2004 Annual Report on China's Digital Camera Market*.
- 富士経済（2004a）『2004年 中国電子機器産業・市場の展望(上巻)』.
- 富士経済（2004b）『2004年 中国電子機器産業・市場の展望(下巻)』.
- 藤本隆宏（2001）「アーキテクチャの産業論」藤本隆宏・武石彰・青島矢一編著『ビジネス・アーキテクチャ：製品・組織・プロセスの戦略的設計』第1章，有斐閣，pp.3-26.
- 藤本隆宏（2003）『能力構築競争：日本の自動車産業はなぜ強いのか』中央公論社.
- Langlois, R. N. and P. L. Robertson（1992）“Networks and Innovation in a Modular System: Lessons from the Microcomputer and Stereo Component Industries,” *Research Policy*, 21（4）, pp. 297-313.
- みずほ証券株式会社（2003年）『精密機器デジタルカメラの見方』
- 日本経済新聞 2002年8月13日「中国製ハイテクも急伸 16品目世界シェア」
- 延岡健太郎（2002）『製品開発の知識』日本経済新聞社.
- Rosenberg, N.（1976）*Perspectives on Technology*, Cambridge: Cambridge University Press.
- 上野正樹（2003）『PC企業の開発購買戦略：モジュール部品調達の実例研究』神戸大学経営学研究科博士号認定論文.
- Ulrich, K.（1995）“The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm,” *Research Policy*, 24, pp.419-440.